



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del
Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Milagros Nicol Lezama Hueta (ORCID: 0000-0003-1373-7725)

Jarol Manuel Chegne Donato (ORCID: 0000-0001-7148-504X)

ASESOR:

Carlos Mendoza Ocaña (ORCID: 0000-0003-0476-9901)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

CHEPÉN - PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios por brindarme salud y vida, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida y poder cumplir mi meta, de ser una profesional.

A mi madre Rosa Hueta Limas por todo el amor incondicional que me brinda, por estar conmigo siempre apoyándome y por sus consejos y amor incondicional.

A mi padre Nicolás Lezama Abanto por el apoyo que me ha dado durante esta etapa de mi formación académica y por los valores inculcados en mi persona.

A sí mismo a mis hermanos por creer y confiar en mí, hasta cuándo ni yo misma lo hacía, Para hoy por hoy lograr ser una profesional.

MILAGROS

A Dios por permitir que llegue a este punto y brindarme salud para alcanzar mis metas.

A mis padres porque son la base fundamental de toda mi preparación y educación académica, y sobre todo por su apoyo incondicional que se ha mantenido durante todo este tiempo y cuyo esfuerzo hizo realidad esta meta.

JAROL

Agradecimiento

Agradias a la Universidad Cesar Vallejo, a todos los docentes de la escuela, quienes nos brindaron año tras año los conocimientos fundamentales para formarnos como profesionales de éxito, especialmente un agradecimiento a nuestros asesores especialista, por guiarnos en el desarrollo de la investigación de la tesis, a nuestro asesores metodológicos.

También agradecer a la empresa Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, por permitirnos realizar la investigación y brindarnos la confianza y la vez información para el desarrollo de nuestra tesis.

Página del jurado

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

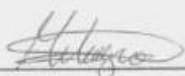
Yo, **Milagros Nicol Lezama Hueta**, estudiante de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI N° 75078103, con la tesis titulada “Aplicación de las Herramientas Lean Manufacturing para Incrementar la Productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019”

Declaro en juramento lo siguiente:

- 1) La tesis presentada es completamente de mi autoría
- 2) He sido respetuosa de las fuentes consultadas al utilizar de forma apropiada las normas internacionales de citas y referencias. Por lo mismo, la tesis presentada no ha sido plagiada ni total ni parcial.
- 3) La tesis presentada no ha sido plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos obtenidos y presentados como resultados son reales, no se han falseado, duplicado o copiado y por tanto los resultados presentados en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta, fraude, plagio, auto plagio, piratería o falsificación, estoy dispuesta a asumir las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Chepen, 05 de julio del 2019.



Milagros Nicol Lezama Hueta

DNI: 75078103

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Jarol Manuel Chegne Donato**, estudiante de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI N° 75996872, con la tesis titulada “Aplicación de las Herramientas Lean Manufacturing para Incrementar la Productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019”

Declaro en juramento lo siguiente:

- 1) La tesis presentada es completamente de mi autoría
- 2) He sido respetuosa de las fuentes consultadas al utilizar de forma apropiada las normas internacionales de citas y referencias. Por lo mismo, la tesis presentada no ha sido plagiada ni total ni parcial.
- 3) La tesis presentada no ha sido plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos obtenidos y presentados como resultados son reales, no se han falseado, duplicado o copiado y por tanto los resultados presentados en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta, fraude, plagio, auto plagio, piratería o falsificación, estoy dispuesta a asumir las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Chepen, 05 de julio del 2019.



Jarol Manuel Chegne Donato

DNI: 75996872

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
ÍNDICE	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	12
2.1. Tipo y diseño de investigación	12
2.2. Operacionalización de variables.....	13
2.3. Población y Muestra	15
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
2.5. Métodos de análisis de datos.....	17
2.6. Aspectos Éticos	17
III. RESULTADOS	18
3.1. Diagnóstico del proceso de producción general de la empresa.....	18
3.1.1. Descripción general.....	18
3.1.2. Descripción del pilado de arroz	22
3.1.3. Diagrama de operación (DOP)	24
3.1.4. Cursograma analítico	25
3.2. Índice de productividad antes de la aplicación de las herramientas lean (pre test)	26
3.2.1. Producción de arroz.....	27
3.2.2. Productividad actual indicador materia prima	28
3.2.3. Productividad actual indicador mano de obra.....	29
3.3. Aplicación de las herramientas lean manufacturing	31
3.3.1. Implementación 5S.....	31
3.3.2. Implementación del sistema SMED	43
3.3.3. Implementación del Mantenimiento Productivo Total.	49
3.4. Índice de productividad después de la aplicación de las herramientas (pos test)	65
3.4.1. Producción de arroz	65
3.4.2. Productividad de materia prima.....	66
3.4.3. Productividad de mano de obra	66

3.4.4.	Contrastación de resultados	68
3.4.5.	Análisis de prueba de normalidad	70
IV.	DISCUSIÓN	73
V.	CONCLUSIONES	75
VI.	RECOMENDACIONES	77
VII.	REFERENCIAS	78
	ANEXOS	81

RESUMEN

El presente desarrollo de proyecto de tesis tiene como objetivo principal aplicar las herramientas de lean manufacturing en el "Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C" para determinar el incremento de la productividad de los indicadores mano de obra y materia prima, mediante la aplicación de las 5S, SMED y TPM, siendo nuestro tipo de investigación experimental, considerándose como población todos los procesos generales de la empresa, tomando como muestra solo el proceso del área de producción, así mismo nuestros instrumentos de análisis utilizados fueron los siguientes: el diagrama de Ishikawa, DOP, DAP, Check List y la toma de tiempos SMED, también los formatos de productividad indicador mano de obra y materia prima validados por ingenieros expertos de nuestra escuela. Obteniendo resultados favorables, como el incremento de la productividad de mano de obra de 263,42 kg por H.H a 312,98 kg por H.H y la productividad de materia prima de 0,78 kg por 1kg a 0,80 kg por 1 kg, aumentando en un 2%. A la vez concluimos que con la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la productividad, tuvo un efecto positivo ya que se incrementó en ambos indicadores, corroborándose con el análisis estadístico T-Student comparando la productividad del antes y el después de la mejora en el proceso del área de producción de arroz, podemos decir que la aplicación de las herramientas de lean manufacturing **incrementa** la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

Palabras claves: lean manufacturing, herramientas, productividad.

ABSTRACT

The main objective of the present thesis project is to apply the lean manufacturing tools in the "San Francisco SAC Agroindustrial Mill" to determine the productivity performance of labor and raw material indicators, through the application of the 5S, SMED and TPM, being our type of experimental research, taking into account as the population all the general processes of the company, such as the example of Ishikawa, DOP, DAP, Checklist and taking SMED times, also the productivity formats. Obtaining favorable results, such as the increase in labor productivity from 263.42 kg per HH to 312.98 kg per HH and the productivity of the raw material from 0.78 kg per 1kg to 0.80 kg per 1 kg, Increase by 2%. At the same time we concluded with the application of lean manufacturing tools in productivity, we had a positive effect and it increased in both indicators, corroborating with the statistical analysis T-Student comparing the productivity of before and after the improvement of the improvement in the rice production process, we can say that application of lean manufacturing tools increases productivity in the production area of MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO SAC 2018

Key Word: lean manufacturing, tools, productivity

I. INTRODUCCIÓN

En un comienzo todo el arroz que se consumía se descascaraba y pulía de forma manual, se utilizaba la piedra como mortero en todas las áreas que producían arroz. En 1840, en el continente europeo se instalaron varios molinos dentro de las cuales: En Inglaterra cuatro molinos procesaban un promedio de 1.500 toneladas de arroz de forma manual. Así mismo en Bremen, Lisboa, Copenhague, Amsterdam, y Burdeos se instalaron molinos. Los molinos instalados en Louisiana, la nueva área arrocería de los Estados Unidos a principios del siglo XX, reemplazó los morteros por unidades de cemento, esmeril y otros materiales de dureza alta. Las primeras construcciones exitosas, que mecanizaron el proceso del arroz, fueron diseñadas y construidas en el año 1870 en Carolina del Sur, centro del área arrocería de los Estados Unidos. En los últimos cuarenta años, la industria molinera de arroz, empresas de diversas latitudes han dejado aportes de gran valor y se ha continuado con la aplicación de gran valor y han continuado la aplicación de máquinas y técnicas desarrolladas para la molinería de arroz.

La industria molinera en el Perú tiene una capacidad de pilado de 991.9 t/hr., equivalente a 8 millones de toneladas al año; actualmente sólo se utiliza el 30% de la capacidad instalada, lo cual resulta suficiente para los 2.4 millones de producción anual, la costa norte actualmente alberga los molinos de mayor envergadura, y cuenta con una capacidad de pilado sobredimensionada. En la Costa Norte están instalados el mayor número de molinos y en los últimos años se ha modernizado tanto la infraestructura como la maquinaria mejorando el proceso llegando hasta sistemas de selección electrónica, están agrupados en la Asociación Peruana de Molineros de Arroz – APEMA. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015)

Las empresas actualmente enfrentan el reto de buscar al igual que implantar técnicas nuevas que les permitan competir en el mercado global. El sistema de producción esbelta, conocido como Lean Manufacturing constituye una alternativa consolidada y su aplicación debe ser tomada en cuenta por la empresa que pretenda ser competitiva.

La empresa en estudio, MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C, presta servicio de almacenaje, servicio de pilado y venta, Se ubica en ciudad de dios (cruce Cajamarca) panamericana norte S/N, cuenta con maquinaria e instalaciones propias. A pesar de esto, esta empresa muestra ciertos problemas que causan que la productividad de dicha empresa no sea la ideal. En lo que es mano de obra, el problema

es la capacitación inexistente, el exceso de horas de trabajos, ya que los empleados no son productivos al 100% ya que realizan labores improductivas, debido a los procedimientos inexistentes. En lo que es la maquinaria, se observó las horas maquinas paradas a consecuencia de las maquinas defectuosas, no se cuenta con un cronograma de mantenimiento preventivo ya que solo se lleva a cabo un mantenimiento correctivo, esto se ve reflejado en la capacidad de producción lo cual no es lo estimado. En el ambiente aqueja la falta de higiene y desorden en el área, las herramientas están distribuidas por toda las áreas lo que ocasiona suciedad y desorden. En la parte de la materia prima, se presenta baja productividad debido a problemas en los procesos que se dan en el área de producción, tales como desperdicio de materia prima por el suelo, así también como de producto terminado. En lo que es medición el problema es que tienen actividades no estandarizadas ya que los tiempos del proceso son diferentes, lo que causa que no se cuente con la seguridad del tiempo exacto en el que se obtendrá el producto final. Todos los problemas mencionados generan baja productividad en la producción. Para el cual se realizó la identificación de los problemas en el diagrama de Ishikawa que se encuentra en el (Anexo B – N°1). Presentándose las diversas causas que determinan el estudio de nuestra variable dependiente. Por tal motivo es que este proyecto es oportuno y pertinente, pues tiene como fin la aplicación de las herramientas de lean manufacturing orientado a incrementar la productividad del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO SAC en el área de producción.

En la búsqueda de información para la elaboración de la presente tesis se encontraron antecedentes como en la tesis de Concha y Barahona en su tesis titulado “Mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CIA. LTDA en base al desarrollo e implementación de la metodología 5S Y VSM, herramientas del lean manufacturing”, con motivo de optar el título profesional de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2013 de la ciudad de Riobamba, Ecuador. Su objetivo es desarrollar una propuesta de mejora basado en herramientas lean manufacturing para incrementar su productividad, en primer lugar se analizó la problemática de la empresa con el mapa de flujo de valor y una auditoria 5S's, para la aplicación de las 5S's planifico capacitaciones así mismo se realizó un VSM futuro, en un último punto se realizó una evaluación de resultados que se obtuvieron con la implementación de las herramientas de lean manufacturing, estos resultados fueron favorables con la ejecución de las 5S's se obtuvo un impacto mínimo en el paro de la

producción, con el VSM mejorado se obtuvo una reducción de 73% del tiempo gracias al orden realizado por lo cual se logró un mejoramiento de la productividad, en un último punto la inversión era de \$73316.59 lo cual representa el 13% de las utilidades, con la implementación de 5s y VSM se incrementó las utilidades en 8.37%, la recuperación fue de 1 año 6 meses y 25 días, lo cual resulta que el proyecto es factible de manera económica y social.

Además Cruz Villacreses en su tesis titulada “Aplicación de lean manufacturing en un proceso de limpieza de pescado para incrementar la productividad de la mano de obra”, con motivo de obtener el título de magíster en gestión de la productividad y la calidad de la Escuela Superior Politécnica del Litoral de la ciudad de Guayaquil, Ecuador, este trabajo se realizó con el objetivo de lograr mejorar la productividad de la mano de obra de una empresa empacadora de pescado mediante la aplicación de distintas herramientas, obteniendo como resultado que cada limpiador hizo 54.34 kilos por horas después de aplicar las herramientas, lo cual en comparación con el 43.90 K / H – H del año anterior refleja un crecimiento definitivo de 23.99%.

Al igual que Aguilar Over en su tesis titulada “herramientas lean manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del molino castillo S.A.C Lambayeque 2018” con motivo optar el título profesional de licenciado en administración de la Universidad Señor de Sipán en el año 2018. Su objetivo es desarrollar una propuesta de mejora basado en herramientas lean manufacturing para incrementar su productividad. Se realizó un diagnóstico de la empresa encontrando problemas de limpieza y desorden, ante estos problemas se aplicaron las técnicas VSM y 5s con la finalidad de disminuir los problemas encontrados. Los resultados indicaron que al implementarse dichas herramientas se obtendrán mejoras en la productividad de la empresa, el cual se vio reflejado en un aumento de 3.23% respecto a las horas hombre.

Por otro lado Ramos león y Tantaleán Viera en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de lean manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.L, Lambayeque – 2018” con motivo de optar el título profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán del año 2018, la cual tuvo como objetivo principal proponer un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, aplicando herramientas de lean Manufacturing para incrementar la productividad, como primer paso

realizaron un diagnóstico de la empresa encontrando problemas retrasos en el proceso de producción y consiguientemente incumplimientos con sus clientes. Para dar solución a la problemática aplicaron las herramientas 5S, TPM y Kaizen, además realizaron la medición de indicadores de productividad de mano de obra y materia prima. Los resultados muestran un aumento de la productividad de materia prima de 0.57 Kg/Sol a 0.63 Kg/Sol, así mismo obtuvieron un aumento de la productividad de mano de obra con respecto a las horas trabajadas de 1.85 Sacos/ H-H a 1.93 Sacos/ H-H.

Al igual que Rodríguez Pozo en su tesis titulada “Propuesta de mejora del proceso productivo del vino borgoña semiseco aplicando lean manufacturing, para aumentar la productividad en la empresa bodegas el Zarco” con motivo de optar el título profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte del año 2014, Trujillo. Se evaluaron todos los posibles problemas que afectan la eficiencia global de las máquinas y el rendimiento del proceso además se identificó el impacto que ocasionan, algunos de los factores que se detectaron fueron las paradas de las maquinas debido a las fallas, la calidad de la materia prima, las pérdidas en todo el proceso del producto. Para dar solución a los problemas encontrados se utilizó herramientas lean como toma de tiempos y 5S de. Los resultados que se lograron son: Aumento de la productividad global de la elaboración de vino borgoña semi seco a 3.115, también incremento el factor mano de obra o recurso humano en un 12.919, además del aumento del factor materia prima en un 4.579.

De la misma manera Namuche Huamanchumo y Zare Desposorio en su tesis titulada “Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016”, con motivo de optar el título profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Trujillo del año 2016, Trujillo, en este trabajo tuvo como objetivo general aumentar la productividad de la materia prima del área de producción a través de las herramientas lean manufacturing, además realizaron un diagnóstico de cada proceso del área de producción y se aplicaron las siguientes herramientas 5s, SMED, TPM y OEE. En el diagnóstico se obtuvo que la productividad de la materia del año 2015 era de un 91% con un porcentaje de devolución de esparrago fresco de 8% ya que no alcanzo la calidad. Con la aplicación de las herramientas lean manufacturing se aumentó la productividad de materia prima anual a 96% con un porcentaje de devolución de esparrago fresco de 4% ya que no alcanzo

la calidad para el año 2016. Así también se aumentó la productividad por la disminución de paradas correctivas y los cuellos de botellas.

Así mismo se debe dar sustento teórico de la variable dependiente e Independiente:

La filosofía lean manufacturing es un nuevo modelo que organiza y gestiona el sistema de fabricación lo cual que involucra personas, materiales, maquinaria y métodos que buscan mejorar la eficiencia y calidad mediante la disminución constante de los distintos desperdicios.

Lean Manufacturing es una filosofía que se basa en las personas, define la forma de mejorar y optimizar el sistema de producción concentrándose en identificar y eliminar los “desperdicios”, que se definen como aquellas actividades o procesos que consumen más recursos de lo habitual o de lo necesario. Se identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción:

- El desperdicio por sobreproducción es por consecuencia de la fabricación excesiva de artículos de lo requerido o de realizar una mayor inversión o diseño de equipos con una mayor capacidad de la requerida. Este desperdicio es crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Así mismo, la sobreproducción significa una pérdida de tiempo al fabricar un producto que no se necesita para nada, por lo cual presenta un consumo inútil materiales que a su vez causa un aumento de actividades de transporte y e niveles de almacenes.
- En el desperdicio por tiempo de espera se encuentran los procesos innecesarios que consumen más tiempo de lo requerido y que no agrega valor al producto. Esto es a causa de la ineficiente coordinación entre los diversos procesos de la empresa. En este grupo se encuentra el “Cuello de Botella” que es cuando una actividad se encuentra saturada en su puesto de trabajo debido al exceso de trabajo y por otro lado que los demás están vacíos esperando su turno sin producir nada. (Madariaga, 2013, p.22).
- En el desperdicio por transporte se considera a todo movimiento o manipulación de material o insumo innecesario, quizás a un mal diseño del layout, donde las máquinas y las líneas de producción no están cerca una de otra y los materiales no fluyen de manera directa desde una estación de trabajo a la siguiente. En este sentido, es primordial optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores. (Rajadell y otros, 2010)

- El tipo de desperdicio por almacenamiento es el desperdicio más claro porque esconde problemas críticos e ineficiencias hasta el punto que los expertos han nombrado al stock la “raíz de todos los males”. (Hernández y otros, 2013)
- En el desperdicio por sobre proceso se encuentran los valores incrementados al proceso más de lo esperado por los clientes. Esto es consecuencia de las actividades que no suman valor al producto y obliga a estar más tiempo en esa actividad y así mismo una mayor dedicación. (Madariaga, 2013, p.24)
- El desperdicio que se derivan de errores es el más aceptado por la industria, aunque esto implique una gran pérdida de productividad, ya que trae consigo trabajo extra que se realiza a consecuencia de no haber ejecutado el proceso de forma correcta y eficiente en la primera ocasión. Los procesos tienen que estar diseñados a prueba de errores para producir productos con la calidad requerida, dejando de lado cualquier tipo de re trabajo o de inspección adicional. (Rajadell y otros, 2010)

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí:

Estrategia 5S: es una metodología práctica que busca mantener el área donde se trabaja organizado, limpio y ordenado, con el fin de mantener y mejorar las condiciones de seguridad del operario y calidad en el trabajo. Esta metodología está conformada por 5 palabras japonesas que inician con la letra “s”, las cuales cada una conllevan tareas simples que facilitan eficientemente la ejecución de las labores. (Rodríguez, 2010, pág.2)

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

- Seiri – Clasificar: Define la forma de clasificar y separar los objetos necesarios de los innecesarios y eliminar estos últimos del puesto de trabajo, con la finalidad de mantener lo que es realmente útil para realizar las labores de trabajo y al mismo tiempo establecer un sistema de control que ayude a la identificación y eliminación de los elementos innecesarios.

- Seiton-Ordenar: Consiste en ordenar los objetos catalogados como necesarios, de forma que facilite su búsqueda y definir la ubicación identificándolos para facilitar la búsqueda y retorno del material a su posición inicial. La actitud que complica la implementación de seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que a lo menudo se convierte “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”.
- Seiso — Limpiar: Consiste en eliminar las partículas de polvo y suciedad de todos los materiales de trabajo y también de las áreas e instalaciones. Desde el punto de vista del Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés), la tercera S permite realizar una inspección al equipo mediante el proceso de limpieza y permitiendo identificar problemas de fugas y averías
- Seiketsu - Estandarizar: Permite llevar a cabo las metas trazadas en las tres primeras “S”, porque sistematizar lo trazado asegura unos efectos duraderos. Estandarizar supone seguir una metodología para ejecutar un procedimiento donde el orden y la organización sean factores de mayor importancia.
- Shitsuke – Disciplina: define la conversión de la utilización de tareas en hábitos La aplicación de esta última S implica el desarrollo de una cultura de disciplina para hacer que perdure el proyecto de las 5S.

El sistema SMED (Single Minute Exchange of Dies) es una metodología que persigue la disminución del tiempo de preparación de las máquinas, esto se logra con un detallado estudio del proceso y la incorporación de cambios radicales en las máquinas, utillaje, herramientas e incluso al producto, que logren disminuir el tiempo de preparación. Estos cambios conllevan la eliminación de estándares y ajustes de operaciones mediante la instalación de plantillas y anclajes funcionales. Con los rápidos cambios se logra aumentar la capacidad de los equipos. Si los equipos se encuentran a capacidad plena, una de las opciones para aumentarla, sin comprar equipos nuevos, es disminuir el tiempo de preparación y cambio. (Hernández y otros, 2013)

Para lograr el éxito de SMED en una empresa tienen que tener en cuenta que se deben realizar estudios de tiempos y movimientos relacionados con las tareas de preparación. Estos estudios se encuadran en cuatro fases:

Fase 1: diferenciación de la preparación interna y externa.

Fase 2: reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones.

Fase 3: reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo.

Fase 4: preparación cero.

Para Hernández y otros, 2013. Pág. 48), la fórmula para hallar el tiempo por unidad es:

$$TU = (C * TP)/N$$

Dónde:

TU= Tiempo por unidad.

C= Tiempo de cambio promedio.

TP= Tiempo promedio para elaborar una unidad.

N= Cantidad de unidades a producir.

Mantenimiento Productivo Total: es una metodología orientada a la eliminación de averías mediante la participación y motivación de todos los colaboradores de la empresa. La idea principal es que la buena conservación y mejora de los equipos es una tarea de todos y cada uno de los colaboradores de la empresa, desde los directivos hasta los operarios. Es por esto que el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia de las instalaciones y equipos.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento ideal para toda la vida útil del equipo que inicie en el momento de diseño del equipo y que incluya acciones de mantenimiento preventivo y mejora de la mantenibilidad mediante modificaciones y reparaciones.
- Implicar en la implementación del TPM a todas las áreas y departamentos que diseñan, planifica, mantienen o utilizan los equipos
- Implicar de forma activa a los empleados desde la directiva hasta esto incluye el mantenimiento autónomo y actividades de grupos pequeños. (Hernández y otros, 2013, pág. 48)

Según Madariaga (2013, pág.44) La base del Mantenimiento Productivo Total son:

- La implementación de un sistema de mejora del OEE mediante la erradicación de las “pérdidas”.
- Implementación de un plan de «mantenimiento autónomo» que sea realizado por los operarios del área producción.
- Implementación de un plan de “mantenimiento planificado” realizado por el personal de mantenimiento.
- Establecer un sistema de “prevención del mantenimiento” en la etapa de diseño de los equipos nuevos para la minimización de las necesidades y el costo de su mantenimiento, mediante el feedback a la ingeniería de diseño sobre los débiles puntos de los equipos que actualmente se están utilizando.
- Implementación de programas de entrenamiento y formación para tener una mejora de las capacidades de los trabajadores de producción y mantenimiento.

El objetivo del TPM es maximizar la eficiencia global de los equipos, el indicador OEE por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness, es el indicador numérico “natural”, este métrico está conformado por el producto de tres ratios: disponibilidad, eficiencia y calidad (Ver Anexo B – N° 2). El OEE es un ratio de carácter internacional porque en un solo indicador se logra evaluar los parámetros fundamentales de la producción.

$$\text{OEE (eficiencia global de equipos productivos)} = D * E * C$$

693315

Calculo global de efectividad de los equipos

$$OEE = DISPONIBILIDAD * EFICIENCIA * CALIDAD$$

Donde:

El ratio de disponibilidad (D) es el tiempo que el equipo está realmente operando lo cual refleja las pérdidas por paradas y averías.

El ratio de eficiencia (E) es el tiempo en el cual está funcionando el equipo teniendo en cuenta las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una baja velocidad operativa.

El ratio de calidad (C) es la fracción de la producción que logra cumplir con los requisitos de calidad contemplando el tiempo empleado en la producción de piezas defectuosas o con errores. (Ver Anexo B – N° 2)

Otro punto que se desarrolla en el marco teórico es la productividad la variable dependiente de la investigación.

La Productividad: es la razón entre Las unidades producidos y los insumos que se utilizaron. La productividad define adecuado el aprovechamiento de cada uno de los insumos que intervinieron en la producción en un definido periodo. (García, 2011, p.17)

Formula 1: Productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Factores de la Producción}}$$

López (2013) nos menciona que existen dos tipos de productividad las cuales son las siguientes:

Productividad Parcial: es la relación entre la cantidad de unidades producidas y un solo factor utilizado en el proceso (materia prima, mano de obra, materiales, etc.)

Formula 2: Productividad Parcial

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{salida total}}{\text{una entrada}}$$

Productividad Global: La fórmula es parecida a la anterior, el cual tiene en cuenta la cantidad de unidades producidas, pero a diferencia de la productividad parcial, en este tipo de productividad esta todos los recursos que intervienen, es decir la suma de todos los factores , siendo estos los insumos, la mano de obra y el capital utilizado.

Formula 3: Productividad Total

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Producto Total}}{\text{Insumos Totales}}$$

Por tal motivo, la productividad es considerada como un índice que vincula las unidades producidas en un sistema y la cantidad de recursos consumidos para producir.

Productividad de Materia Prima: La productividad implica el mejoramiento del proceso productivo, lo cual significa realizar una comparación que favorezca entre la cantidad de recursos utilizados y de bienes o servicios que se han producido

Formula 4: Productividad Materia Prima

$$\text{Productividad Materia Prima} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Materia Prima}}$$

La Productividad Mano de obra: En este tipo de productividad equivale a producir más unidades con el mismo consumo de recursos o bien tratar de producir lo mismo con un menor consumo de recursos, de modo que los recursos ahorrados se puedan dedicarse a la producción de otros productos. Se concibe con la relación y el aporte correspondiente del trabajo a la misma.

Formula 5: Productividad Laboral

$$\text{Productividad Laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de horas hombre}}$$

El problema encontrado dentro de la investigación es: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la productividad del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C en el distrito de Ciudad de Dios, 2019?

El siguiente trabajo se desarrolla mediante la necesidad de mejorar la productividad de producción de arroz del molino SAN FRANCISCO S.A.C, mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing como son las 5S, VSM y el TPM, ante la falta de organización y orden en el puesto de trabajo, que se refleja en una inadecuada manipulación de los insumos de la producción de arroz y de sus subproductos. También es pertinente de manera práctica pues la aplicación de lean manufacturing permite aumentar la productividad en el proceso de pilado de arroz reduciendo las demoras, así mismo disminuir los desperdicios en dicho proceso, además es pertinente

de manera metodológica porque es el investigador quien sugiere las técnicas para medir las variables de estudio que servirán de guía a investigaciones futuras, por otro lado se justifica de manera social ya que con este proyecto se conseguirá mejorar el área de trabajo mediante la responsabilidad social.

Nuestra hipótesis es: La aplicación de las herramientas de lean manufacturing incrementará la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

Teniendo como Objetivo General:

Aplicar las herramientas de lean manufacturing en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C para incrementar de la productividad.

Y como Objetivos Específicos:

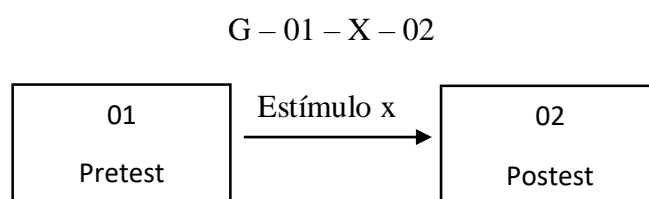
- Realizar un diagnóstico del proceso de producción general de la empresa que me permita identificar los problemas.
- Medir los índices de productividad antes de aplicar lean manufacturing
- Aplicar las herramientas de lean manufacturing en la empresa
- Medir los índices de productividad después de aplicar lean manufacturing

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es experimental y el diseño de investigación es pre-experimental ya que se trabajara con un solo grupo y estudiara el comportamiento de la productividad, aplicando las herramientas de lean manufacturing, al cual se aplicara el diseño Pre-prueba – Post-prueba para ver el estímulo en la productividad después de haber aplicado las herramienta.

Siendo el diagrama el siguiente:



Dónde:

G: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. 2018.

O1: productividad antes de aplicar las herramientas lean manufacturing

O2: productividad después de aplicar las herramientas lean manufacturing

X: aplicación de las herramientas lean manufacturing

2.2. Operacionalización de variables

Variables

Variable independiente: lean manufacturing

El lean manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que persigue la mejor calidad, el menor lead time y el menor coste mediante la eliminación continua del despilfarro. (Madariaga, 2013, pág. 25)

Variable dependiente: productividad

Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. (García, 2011, p.17)

Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables Molino San Francisco S.A.C.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Lean Manufacturing (Variable Independiente)	La filosofía lean manufacturing es un nuevo modelo que organiza y gestiona el sistema de fabricación lo cual que involucra personas, materiales, maquinaria y métodos que buscan mejorar la eficiencia y calidad mediante la disminución constante de los distintos desperdicios. (Madariaga, 2013, pág. 25)	Herramienta 5S Selecciona, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina	% de cumplimiento de cada S	Razón
		SMED (Single minute Exchange of die) Cambio de matriz en menos de 10 minutos. Técnica cuyo objetivo es la reducción de los tiempos de preparación de máquina	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad. C= Tiempo de cambio promedio. TP= Tiempo promedio para elaborar una unidad. N= Cantidad de unidades a producir.	Razón
		TPM Mantenimiento productivo total	$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$	Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Productividad (Variable Dependiente)	Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. (García, 2011, pág. 17)	Productividad de Mano de Obra	Product. Mano de obra = $\frac{\text{producción}}{\text{mano de obra}}$	Razón
		Productividad materia prima	Product. Materia prima = $\frac{\text{producción}}{\text{mano prima}}$	Razón

Fuente: elaboración propia.

2.3. Población y Muestra

Población

La población del presente proyecto de investigación se basará en los procesos generales del molino, como el proceso de logística, proceso de pilado y el proceso de solicitud del cliente.

Muestra

Se eligió la muestra no probabilística que corresponde al proceso de área de producción, siendo nuestra unidad de análisis los trabajadores del proceso productivo del arroz.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para el alcance de los objetivos específicos, se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

- Para realizar el diagnóstico del proceso de producción general del molino agroindustrial San Francisco S.A.C, utilizaremos la técnica de la observación directa y como instrumento se hará una hoja de registro, utilizando la herramienta diagrama de Ishikawa (Ver Anexo B - N° 1) el diagrama DOP (ver anexo B – N°3) y DAP (ver anexo A – N° 3) para conocer las actividades y para precisar con detalles las principales causas de la problemática.
- Para medir los índices de productividad antes de la aplicación de las herramientas en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. se realizará la observación de campo como técnica, manipulando la herramienta: registro de productividad de mano de obra (Ver Anexo C – N° 1) y materia prima (Ver Anexo C – N° 2).
- Para la aplicación de cada herramienta se tomó ciertos métodos aplicar 5s se usará la técnica de la observación de campo, contando con el instrumento:

Check List para ver el cumplimiento de cada S (Ver Anexo C - N° 3). Para la aplicación del SMED se utilizara el DAP y La toma de tiempos de SMED (ver anexo A – N°17) y para aplicar el TPM se utilizará un registro del OEE (Eficiencia Global delas Maquinas) (Ver Anexo C - N° 4)

- Y finalmente para ver el efecto que ha tenido la aplicación de las herramientas lean manufacturing sobre la productividad se realizará la observación de campo, usando el registro de productividad (Ver anexo C – N° 1 y C - 2), al igual que cuadros comparativos de la productividad anterior y la actual para comprobar el incremento.

Validez

- Para el primer objetivo, los instrumentos: Ishikawa, DOP y DAP se obtuvieron de fuentes primarias, es decir de libros de ingeniería industrial ya que han sido utilizados anteriormente.
- Para desarrollar el segundo objetivo utilizamos herramientas que fueron sometidos a juicio por ingenieros especialistas de nuestro centro de estudio.
- Para el tercer objetivo, la validación de los instrumentos como es el Check list y el registro de la eficiencia global de los equipos (OEE) se sometió a juicio por ingenieros expertos de nuestro centro de estudio.
- Y para nuestro último objetivo tomamos como herramienta el registro de producción, ya validados anteriormente por ingenieros especialistas de nuestro centro de estudio.

Confiabilidad

La recolección de datos e información recibida son de vía directa por parte del gerente supervisor y de los que laboran en la empresa, por medio de los instrumentos designados para dicha investigación, mostrando credibilidad y transparencia a la hora de procesar los datos, siendo este una fuente confiable.

2.5. Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos será recolectado mediante las técnicas y sus respectivos instrumentos determinados anteriormente, las cuales serán analizadas usando herramientas de Word y Excel.

Análisis descriptivo

La estadística descriptiva nos facilitará la organización de datos para una interpretación y definición de las características de la muestra, lo que, porcentajes, tablas de frecuencia y métodos de resumen o numéricos.

Análisis Inferencial

Se realizará una prueba estadística para determinar la hipótesis, mediante el programa SPSS en base a la comparación de nuestros resultados, utilizaremos la prueba estadística T-Student que es para variables de razón y para la prueba de normalidad el Shapiro Wilk.

2.6. Aspectos Éticos

La presente investigación busca alcanzar los estándares de calidad establecidas por la escuela, para lo cual se debe tener en cuenta que la información y los resultados expuestos son reales y verdaderos además se demuestra respeto por la propiedad intelectual. Los datos expresados en la presente investigación aseguran la protección de la identidad de la empresa por lo cual se manejarán de manera confidencial, además la información tomada en la presente investigación fueron debidamente citada y referenciada por los autores para evitar algún tipo de plagio.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del proceso de producción general de la empresa

3.1.1. Descripción general

Razón social

MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C

Ubicación

El molino está ubicado en la AV. PERU S/N CIUDAD DE DIOS – PACASMAYO - LA LIBERTAD

Reseña histórica

La empresa fue creada como una empresa familiar; en un local pequeño, por don Cristóbal Vigo en el año 1993, y en el año 1996 fue establecida como MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C.

En el año 1999 adquirieron una maquina japonesa que realizaba todo el proceso, en el 2003 adquirieron local propio donde empezaron poco a poco a comprar maquinas industriales, al comienzo se pilaba 20 sacos por hora, con el tiempo el hijo mayor realizo una inversión para nueva maquinaria como es la mesa paddy, la maquina selectora, donde ya empezaban a producir 50 sacos por hora, estando al mismo nivel de competencia y calidad con los otros molinos.

Hoy en día el molino consta con ambientes para almacenaje de materia prima en cascara y pilado y una sala de máquinas para el proceso, el molino opera de la siguiente manera pila el arroz de los agricultores cobrándoles por el servicio o quedándose con los sub productos como es el arrocillo de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$, el descarte y el ñelen, también se encarga de la venta de arroz en las diferentes calidades como son (clasificado, extra, superior, caserita y el añejo) diferenciándose entre sí por los estándares de calidad y el precio según al mercado que se dirija.

Principales causas observados que originan la problemática

En el área de proceso de producción del molino agroindustrial san francisco S.A.C, se presentan los problemas encontrados, los cuales son: falta de organización y distribución de tareas , el exceso de horas de trabajo, las maquinas permanecen paradas de forma consecutiva debido a las máquinas defectuosas, falta de un programa de mantenimiento preventivo, falta de higiene y el desorden en el área, desperdicio de materia prima por el suelo y producto terminado, los tiempos de procesamiento de arroz no están estandarizados a consecuencia de los diferentes tiempos en todo el proceso, y todo esto conlleva a la baja productividad en la empresa. Para identificar mejor las causas de la baja productividad en el área de producción realizamos el diagrama de Ishikawa que mostramos a continuación y de ahí partir nuestro estudio de investigación: ver (Anexo B – N°1).

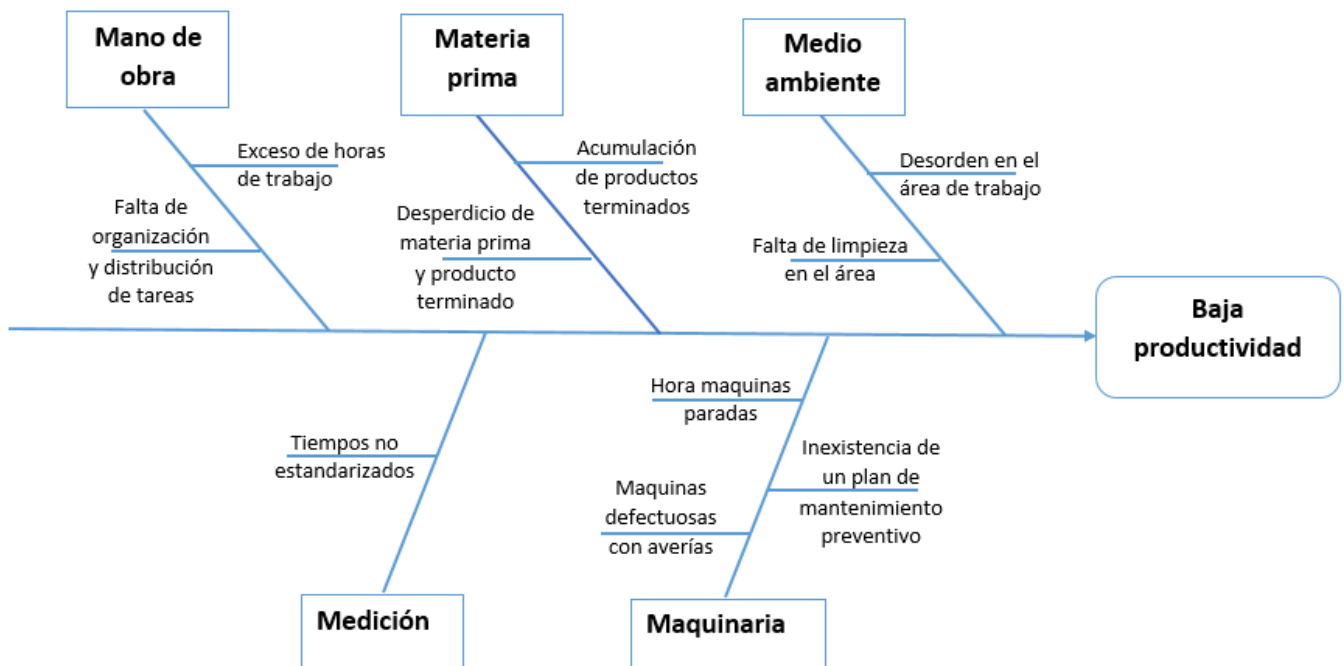


Figura 1. Diagrama Ishikawa

Para elaborar nuestra matriz de priorización, tomamos datos recolectados durante 8 semanas de visita antes de realizar y aplicar nuestras herramientas, para ello tomamos la frecuencia con que sucede cada una de las causas durante ese periodo, hayamos el porcentaje, el acumulado y el porcentaje total para poder insertar los resultados en nuestro gráfico y así hallar nuestros problemas con mayor frecuencia y enfocarnos en solucionarlos.

Tabla 2. Matriz de priorización

Nº	CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD	FRECUENCIA DE VECES	% DE FRECUENCIA DE VECES	FRECUENCIA DE VECES ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	48	16,67%	48	16,67%
2	desorden en el área de trabajo	43	14,93%	91	31,60%
3	falta de limpieza en el área	43	14,93%	134	46,53%
4	falta de organización	39	13,54%	173	60,07%
5	horas maquinas paradas	30	10,42%	203	70,49%
6	desperdicio de materia prima y producto terminado	29	10,07%	232	80,56%
7	maquinas defectuosas con averías	20	6,94%	252	87,50%
8	tiempos no estandarizados	19	6,60%	271	94,10%
9	acumulación de productos terminados	9	3,13%	280	97,22%
10	exceso de horas de trabajo	8	2,78%	288	100,00%

Fuente: elaboración propia

Gráfico Pareto

Nuestro gráfico Pareto nos muestra que debemos de enfocarnos en las 6 primeras causas que son de mayor relevancia ya que representa el 80% de los problemas de baja productividad, entonces quiere decir que el 80% de las causas resuelven el 20% de los problemas, siendo el gráfico Pareto es el siguiente:

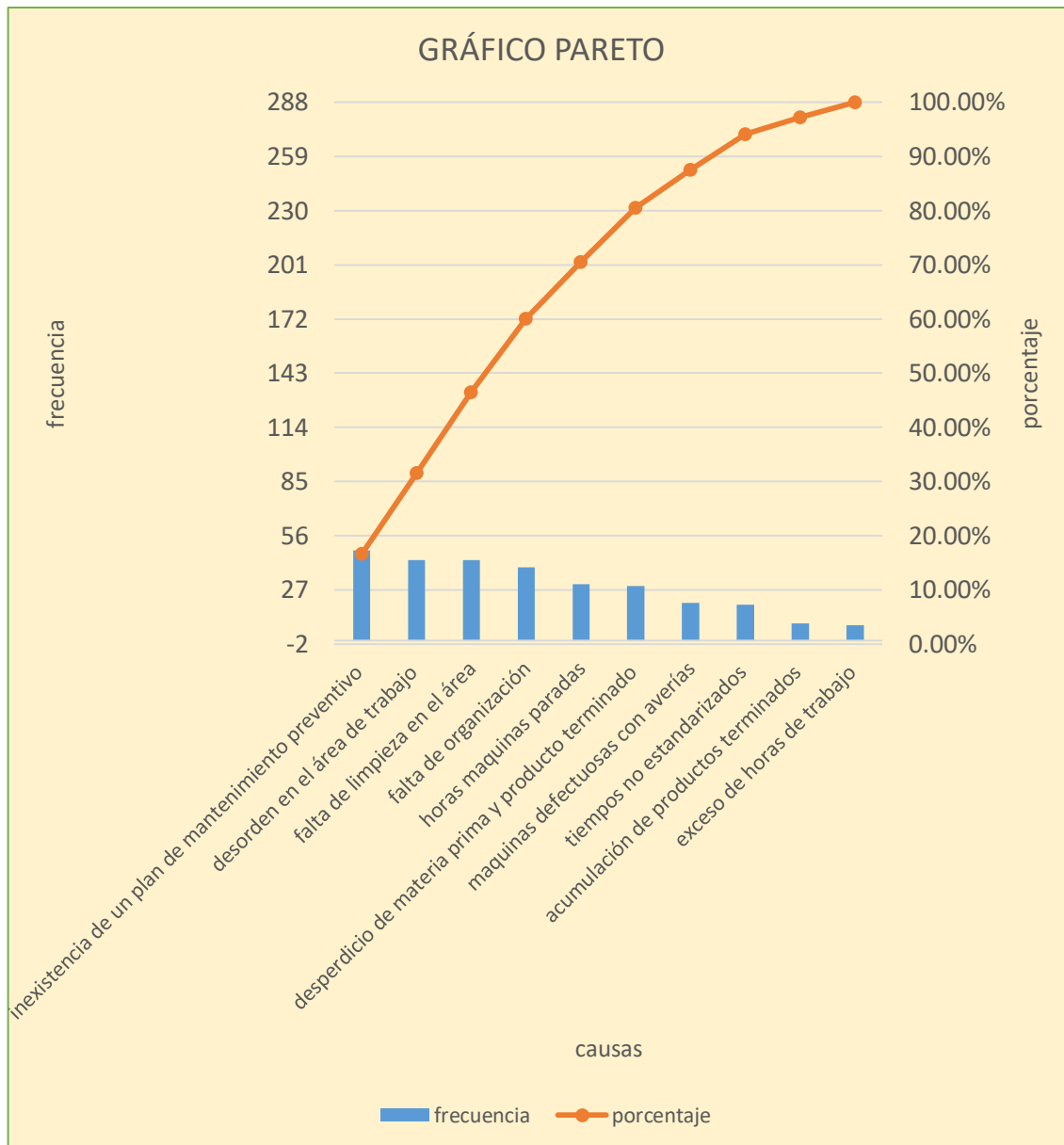


Figura 2. Grafico Pareto

Ante todas estas causas se creyó conveniente aplicar las siguientes herramientas de lean para aumentar la productividad en el área de producción del molino.

3.1.2. Descripción del pilado de arroz

Recepción

El arroz en cascara, llega en sacos de 70 kg, se almacenan hasta su ingreso a la tolva.

Muestra (humedad)

Para la prueba de control de humedad se toma 100 gr, del lote y se agrega en la maquina detectora de humedad para ver el porcentaje de la misma.

Secado

Se pone a secar el arroz en la pampa hasta que baje el porcentaje de humedad, y luego es recogido en sacos negros de 70 kilos.

Muestra (prueba de calidad)

Se realiza a prueba de control de calidad donde se toma 100 gr, del lote y se mide la humedad, el quebrado y el rendimiento.

Tolva

El arroz en cascara es vaciado a la tolva para realizar el proceso de pilado.

Pre limpia

El arroz pasa a la maquina pre limpia donde separa toda la basura ya sea la paja o las piedras, sube por el elevador uno a la maquina descascaradora.

Descascarado

Aquí entra el arroz cascara a la máquina la cual se encarga de separar la pajilla del grano de arroz, la pajilla es expulsada a través de una tubería a la parte posterior del molino.

Clasificación

Mesa paddy separa los granos de arroz en cascara de los granos de arroz sin cascara, los granos de arroz en cascara es conducida a la maquina descascaradora.

Clasificación

En este proceso el arroz en grano descascarado pasa a la primera máquina calibradora, el grano de arroz aun contiene algunas impurezas y piedra y barro el cual es separado por la maquina despregadora. Para luego pasar a la maquina pulidora.

Pulido

En esta etapa se saca el polvillo del arroz dándose un color marrón en los granos de arroz, en donde el grano es sometido a un pulido a través de 4 conos que se encargan de darle un color más blanco.

Brillo

Se da mediante una filtración de agua, dándole brillo y transparencia el cual pasa por la maquina zarandera que conduce a la segunda maquina calibradora que selecciona los tamaños.

Calibración por tamaño

Proceso que separa y selecciona los granos, arroz entero, y los sub productos que es el arrocillo de $\frac{1}{2}$, de $\frac{3}{4}$ y el ñelen

Selección por color

Es llevada a la maquina selector, en esta etapa consiste en retirar los granos defectuosos como es el arroz panza blanca, la tiza y con manchas (arroz descarte), obteniendo un mejor producto y calidades (superior, extra, clasificado, caserita)

Llenado o envasado

El arroz es llenado y pesado y sellado en sus diferentes presentaciones según la muestra de prueba de calidad realizada al comienzo en sacos de 49 kilos en arroz bueno y los sub productos, a excepción del polvillo k se envasa en sacos de 40 kg.

Almacenamiento

Finalmente es llevada y guardada en el área de almacén, hasta su retiro o venta.

3.1.3. Diagrama de operación (DOP)

Empresa: molino san francisco s.a.c método: actual Área: producción
Proceso: pilado de arroz diagramador: chegnez & lezama

Figura 3. DOP del proceso de pilado de arroz en el Molino San Francisco S.A.C.



Fuente: elaboración

En la figura 3, se observa las etapas del proceso del pilado del arroz desde la recepción de la materia prima hasta la respectiva salida del producto final, se cuenta con 15 actividades, (13 operaciones y 2 actividades combinadas), con sus respectivas salidas en cada etapa del proceso .

3.1.4. Cursograma analítico

EMPRESA: MOLINO SAN FRANCISCO S.A.C ÁREA: PRODUCCIÓN
 DIAGRAMADOR: CHEGNE & LEZAMA

Tabla 3. Cursograma analítico de pilado de arroz, Molino San Francisco 2019.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen					
Proceso: Descripción del Pilado de Arroz		Actividad				Actual	
Actividad: Llenar, limpieza, descascarar, clasificar, pulido, selección, y envasado. Método: ACTUAL		Operación Transporte Espera Inspección Almacenamiento					
Lugar: Molino San Francisco S.A.C						-	
Diagramador: Chegne Donato, Jarol & Lezama Hueta, Milagros						-	
Descripción	Tiempo	Símbolo					Observaciones
		○	□	D	⇨	▽	
Ingreso de la Materia Prima	27.11	●					-
Análisis de humedad	2.30		●				El operario pierde mucho tiempo en buscar el medidor de humedad en el almacén
Secado natural	376.72			●			En esta actividad se presenta un cuello de botella
Vaciado del arroz a la pampa	21.68	●					Materia primas por los suelos)
Llenado de los sacos	24.64			●			Uso de pajarrafias
Análisis de calidad	2.27		●				El operario se demora en registrar el arroz en cáscara
Tolva	43.98			●			Sacos de arroz en cáscara rotos
Pre-Limpieza	1.29	●					Mala ubicación de EPPs
Descascarado	0.51	●					Averías en las Descascaradoras
Clasificación	0.52	●					Falla de máquinas
Pulido	1.48	●					Falla en los conos pulidores
Abrillantado	2.33	●					Falla en la abrillantadora
Clasificación por tamaño	1.24	●					Falla de maquina Rotary Syster
Selección por Color	6.59	●					Averías en la Selectora
Envasado	0.34	●					Desorden, Proceso inapropiados
Total		10	2	3			

Fuente: elaboración propia

En el cursograma analítico se observan las actividades que se llevan a cabo para el proceso de pilado, así mismo se muestra la duración de cada actividad, obteniendo 15 actividades, (10 procesos, 2 inspección y 3 demoras). A continuación, se calcula el porcentaje de las actividades que generan valor o actividades productivas:

$$\text{Actividades Productivas} = \frac{(10 + 2)}{(10 + 2 + 3)} \times 100 = 82\%$$

Como muestra la fórmula aplicada, las actividades de valor en el proceso de pilado de arroz es de 82% de productividad en las operaciones, sabiendo que el resultado es en función de todos los procesos, y que en cada operación existen desperdicio conforme a la metodología Lean.

$$\text{Actividades Improductivas} = 18\%$$

Como muestra la fórmula aplicada de actividades improductivas se obtiene un 18%, siendo así el resultado final de las actividades 100%, el cual se puede observar en el cursograma analítico anterior.

3.2. Índice de productividad antes de la aplicación de las herramientas lean (pre test)

Para este proyecto, la medición de la productividad se realizó en el área de producción de arroz del molino en estudio, para ello hemos recolectado los datos desde la entrada del camión con la cantidad de numero de sacos de arroz en cascara hasta el envasado y almacenamiento de los sacos de arroz pilado y los sub productos, del 07 de enero al 02 de marzo, equivalente a 8 semanas (48 días), para ver la producción actual y así mismo calcular el índice de productividad, y los datos de producción del mes de abril y mayo igual a 8 semanas (48 días), para comparar los resultados y ver el efecto de productividad sobre los indicadores de materia prima y mano de obra, mediante la aplicación de las herramientas lean manufacturing.

3.2.1. Producción de arroz

Teniendo como datos de producción del 07 de enero al 02 de marzo la siguiente tabla:

Tabla 4. Control de producción de arroz en sacos, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ POR SEMANA – SACOS								
SEMANA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	2469,00	1957,00	279,00	57,00	42,00	119,00	367,00	2821,00
2	2964,00	2280,00	374,00	96,00	49,00	137,00	461,00	3397,00
3	2926,00	2151,00	430,00	153,00	83,00	109,00	386,00	3312,00
4	3043,00	2300,00	373,00	209,00	48,00	115,00	400,00	3445,00
5	2808,00	2008,00	444,00	116,00	92,00	148,00	419,00	3227,00
6	2325,00	1725,00	350,00	97,00	59,00	94,00	298,00	2623,00
7	2800,00	2056,00	297,00	163,00	94,00	117,00	502,00	3229,00
8	2788,00	2156,00	328,00	111,00	56,00	110,00	449,00	3210,00

Fuente: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

Para poder realizar el cálculo de productividad, tanto de materia prima como de mano de obra convertimos las unidades de sacos en (kg) según el contenido de cada uno, siendo el siguiente:

1 saco de arroz cáscara: 70 kg

1 saco de arroz pilado: 49 kg

1 saco de arroz descarte: 49 kg

1 saco de arroz $\frac{3}{4}$: 49 kg

1 saco de arroz medio: 49 kg

1 saco de ñelen: 49 kg

1 saco de polvillo: 40 kg.

Teniendo estos datos procedemos a realizar el cálculo actual de los indicadores de productividad materia prima y mano de obra.

3.2.2. Productividad actual indicador materia prima

Para determinar el cálculo de la productividad de materia prima, antes de aplicar las herramientas, se tomó datos basados en 8 semanas que equivales a 48 días, del 07 de enero al 02 de marzo del 2019, y su registro se realizó mediante el formato de control de producción.

Tabla 5. Control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ POR SEMANA – KG								
SEMANA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	172830,00	95893,00	13671,00	2793,00	2058,00	5831,00	14680,00	134926,00
2	207480,00	111720,00	18326,00	4704,00	2401,00	6713,00	18440,00	162304,00
3	204820,00	105399,00	21070,00	7497,00	4067,00	5341,00	15440,00	158814,00
4	213010,00	112700,00	18277,00	10241,00	2352,00	5635,00	16000,00	165205,00
5	196560,00	98392,00	21756,00	5684,00	4508,00	7252,00	16760,00	154352,00
6	162750,00	84525,00	17150,00	4753,00	2891,00	4606,00	11920,00	125845,00
7	196000,00	100744,00	14553,00	7987,00	4606,00	5733,00	20080,00	153703,00
8	195160,00	105644,00	16072,00	5439,00	2744,00	5390,00	17960,00	153249,00

Fuente: tabla 4. Control de producción de arroz en sacos, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

El cálculo se realizó en base a la producción total entre el producto y sub productos en kg con relación al total de entrada de arroz en cascara en kg, siendo la productividad de materia prima el siguiente.

Tabla 6: productividad de materia prima en kg, antes de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C del 07 de enero al 02 de marzo 2019.

SEMANA	ARROZ CÁSCARA (kg.)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL
1	172830,00	134926,00	0,780686223
2	207480,00	162304,00	0,782263351
3	204820,00	158814,00	0,775383263
4	213010,00	165205,00	0,775573917
5	196560,00	154352,00	0,785266585
6	162750,00	125845,00	0,773241167
7	196000,00	153703,00	0,78419898
8	195160,00	153249,00	0,785248002
PROMEDIO			0,780232686

Fuente: tabla 5. Control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

Fórmula:

$$productividad\ M.P = \frac{producción\ total}{materia\ prima}$$

$$productividad\ M.P = \frac{151049,75\ kg/semana}{193576,25\ kg/semana} = 0,78\ kg$$

En la tabla podemos ver que el molino agroindustrial san francisco S.A.C tiene una productividad semanal de 0,78 kg de arroz pilado/por cada 1kg de arroz en cascara (materia prima), lo cual significa que no tiene un buen aprovechamiento de sus recursos, ocasionando baja productividad.

3.2.3. Productividad actual indicador mano de obra

Para determinar el cálculo de la productividad mano de obra, se tomó en cuenta a todo el personal involucrado directamente con el proceso de producción de arroz, el cual se detalla en lo siguiente:

Personal involucrado en el proceso de producción

3 tolveros 1 maquinista
1 palillero 5 llenadores y cargadores

Para realizar el cálculo total de horas diarias, tomamos en cuenta que se trabaja un turno de 10 horas, relacionamos las horas del turno por la cantidad de trabajadores, para determinar la cantidad de horas diarias.

Tabla 7. Total, de horas diarias

HORAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN DEL PERSONAL			
PUESTO	Nº DE OPERARIOS	HORAS DIARIAS	TOTAL HORAS DIARIAS
Tolveros	3	10	30
Polvillero	1	10	10
llenadores y cargadores	5	10	50
Maquinista	1	10	10
TOTAL	10	10	100

Fuente: Molino San Francisco, 2019

En la tabla vemos que en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, tenemos un total de 100 horas diarias. Ahora multiplicamos las 100 horas diarias por los días laborales durante la semana para hallar la productividad de unidades por hora/hombre semanal.

Tabla 8. Productividad mano de obra, antes de aplicar las herramientas, 2019.

SEMANA	PRODUCCIÓN SEMANAL	HORAS HOMBRE SEMANAL	PRODUCTIVIDAD KG/H.H
1	134926,00	600	224,88
2	162304,00	600	270,51
3	158814,00	600	264,69
4	165205,00	600	275,34
5	154352,00	500	308,70
6	125845,00	500	251,69
7	153703,00	600	256,17
8	153249,00	600	255,42
PROMEDIO			263,42

Fuente: tabla 5. Control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo – 2019. Tabla 7: total de horas diarias

Fórmula:

$$productividad\ M.O = \frac{producción\ total}{mano\ de\ obra}$$

$$producticvidad\ M.O = \frac{151049,75\ kg/semana}{575,00\ h/semana} = 263\ kg.h.h$$

En la tabla podemos observar que la productividad de mano de obra es igual a 263,42 kg por hora hombre.

3.3. Aplicación de las herramientas lean manufacturing

3.3.1. Implementación 5S

3.3.1.1. Actividades Preliminares

Las 5'S es una herramienta fácil y sencilla de entender, pero involucra el compromiso y la constancia de todo el personal que conforma la empresa, para que la aplicación de esta herramienta sea un éxito, con esta herramienta se desea mejorar positivamente la productividad de la empresa San Francisco mediante la aplicación de cada etapa de esta metodología, pero antes de la aplicación de cada etapa de la metodología se realizan actividades preliminares que permitan la implementación de la presente metodología, lo cual se presenta a continuación:

Sensibilización a la gerencia

Para la implementación de esta herramienta es necesaria la participación constante de la gerencia, por esto se realizó una reunión con el gerente de la empresa agroindustrial San Francisco S.A.C y se expuso los beneficios productivos y económicos que se lograría con la aplicación de la herramienta.

Capacitación

Las capacitaciones es una herramienta importante para el cumplimiento de las 5S's ya que hace tomar conciencia y motiva a todos los involucrados. La capacitación impartida a los colaboradores se realizó con la ayuda de la gerencia donde se brindó al personal los conocimientos requeridos para empezar con la aplicación de la metodología 5S's. (Ver Anexo – B N°4)

Antes de la ejecución de las bases de la metodología 5S's se realizó una evaluación mediante un check list tomando dos fechas para la evaluación, el puntaje máximo establecido por criterio el cual fue con máximo de 4 puntos. En la siguiente tabla se muestra los criterios de evaluación correspondientes a la evaluación de las 5S's.

Tabla 9. Puntuación de la evaluación 5S's

Guía de calificación
0 = Muy Malo
1 = Mal
2 = Regular
3 = Bueno
4 = Muy Bueno

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Evaluación inicial, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, marzo 2019

FORMATO DE EVALUACIÓN	
Responsable:	Fecha: 15/02/19
CLASIFICAR	Califi.
¿Hay materiales innecesarios en el área de trabajo?	0
¿Los objetos de trabajo están en buen estado?	2
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en el área de trabajo?	2
¿Se cuenta con solo lo necesario para trabajar?	2
¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?	0
Sub Total	6
ORDENAR	Califi.
¿Están en su ubicación definida los materiales del área?	2
¿Se encuentran todas las cosas en su lugar?	1
¿Están libres de obstáculos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas?	1
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	0
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y buen estado?	0
Sub Total	4
LIMPIEZA E INSPECCIÓN	Califi.
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	1
¿El área de trabajo se encuentra limpio como para transitar y trabajar correctamente?	2
¿Los objetos de trabajo se encuentran limpios?	1
¿Se realizan programas de limpieza?	0
¿Están las máquinas limpias y libres de polvo?	1
Sub Total	5
ESTANDARIZAR	Califi.
¿Hay pautas de trabajo en el área de trabajo?	1
¿Están identificados los materiales del área de trabajo?	0
¿Se tiene un plan de mejora?	0
¿Se aplica la gestión visual en el entorno del área?	1
¿Se ha propuesto mejoras en el puesto de trabajo?	1
Sub Total	3
DISCIPLINA	Califi.
¿Se motivan nuevas prácticas de mejora?	0
¿Existe control sobre el nivel de orden y limpieza?	0
¿Se realiza la limpieza de forma sistemática?	1
¿Todo el personal conoce el objetivo de las 5 S?	1
¿Se mantiene limpia el área de trabajo?	1
Sub Total	3

Fuente: elaboración propia

Se observa en la tabla 10, la evaluación inicial realizada el 15 de marzo del 2019, la evaluación se realizó con la ayuda del jefe de planta.

Tabla 11. Resumen de la evaluación 5 S

5S	Primera toma	
CLASIFICAR	6	30%
ORDEN	4	20%
LIMPIEZA	5	25%
ESTANDARIZAR	3	15%
DISCIPLINA	3	15%
TOTAL	21	21%

Fuente: tabla 10. Evaluación inicial, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, marzo 2019

En la tabla N° 11 se muestra el porcentaje de cumplimiento total, el cual obtuvo 21 puntos sobre 100 que se debería obtener de acuerdo al rango establecido, lo cual indica la “necesidad de mejorar”.

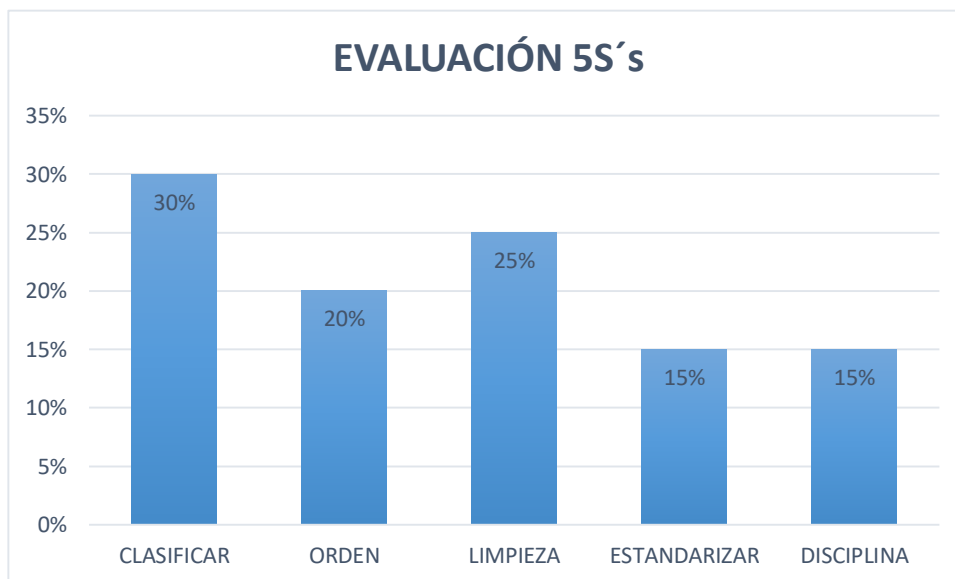


Figura 4. Evaluación 5 S

La figura 4, nos muestra que la empresa se encuentra en una escala de cumplimiento de la metodología actualmente insatisfactoria, dado que los resultados de la sumatoria por cada “S” está muy lejos del puntaje deseado que es de 20 por cada “S” aplicada, el cual es el puntaje máximo de la evaluación realizada.

3.3.1.2. Descripción de las etapas

Pasos para aplicar las 5S:

Clasificar

Posteriormente, se propone un monitoreo general en el área de producción de la empresa, para identificar los puntos de mejora. Ya habiendo identificados los puntos de mejora, pasamos a la selección las cosas innecesarias dentro del área.

Identificación de los artículos innecesarios.

Para el descarte de los artículos innecesarios se harán uso de la técnica de las tarjetas rojas las cuales nos permitirán identificar y clasificar los elementos necesarios de los innecesarios, a continuación, pasamos a ver el modelo de la tarjeta que se empleó en el área de producción para la selección de materiales.

TARJETA ROJA		N°.
Fecha		
Área		
Ítem		
Cantidad		
ACCIÓN SUGERIDA		
<input type="checkbox"/>	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	Reubicar	
<input type="checkbox"/>	Reparar	
<input type="checkbox"/>	Reciclar	
Comentario:		

Figura 5. Modelo de tarjeta roja

Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010

Siguiendo, los materiales fichados con las tarjetas rojas serán colocados en el almacén donde permanecerán temporalmente hasta su disposición y decisión final.

Finalmente se documentan las tarjetas rojas, es decir, se realiza un listado de los objetos innecesarios, especificando el área, responsable de la identificación, nombre del objeto, cantidad de los objetos, motivo del retiro y acción sugerida.

Tabla 12. Cuadro de tarjetas rojas.

Área	Producción			Fecha
Responsable	Chegne Donato – Lezama Hueta			
Nombre del elemento	Cantidad	Estado	Ubicación	Acción sugerida
Carretillas	1	Mal estado	Suelo	Eliminar
Palanas	2	Mal estado	Suelo	Eliminar
Tuercas	10	Mal Estado	Suelo	Eliminar
Herramientas de soldar	1	-	Suelo	Reubicar
Mochilas	1	-	Suelo	Reubicar
Caja de herramientas	1	Mal estado	Suelo	Reparar
Guantes	1	Sucios y Mal Estado	Suelo	Eliminar
Cargadores de celular	1	-	Sobre una de las máquinas	Reubicar
Brochas	2	-	Suelo	Reubicar
Cartones	2	-	Suelo	Reciclar
Sacos	3	Sucios y mal estado	Suelo	Eliminar
Conos de cintas adhesivas	2	Material gastado	Suelo	Eliminar
Baldes	3	Sucios	Suelo	Reciclar
Cascos	2	-	Sobre una de las maquinas	Reciclar

Fuente: elaboración propia

Ordenar

Esta etapa consiste principalmente en ordenar los artículos catalogados como necesarios en la etapa anterior y colocarlas en un lugar de manera que facilite la búsqueda al momento de utilizarlo. A continuación, se presentan evidencias fotográficas de la aplicación de la segunda S.

Tabla 13. Aplicación de la segunda S

Antes de la aplicación	Después de la aplicación
 <p><i>Los sacos utilizados para el envasado de arroz en cascara se encontraron totalmente en desorden y en un mal estado, ya que algunos se encontraron rotos, ocasionando desperdicios.</i></p>	 <p><i>Los sacos se clasificaron según el estado en que estaban, retirando los sacos defectuosos para evitar el derrame de la materia prima por los suelos.</i></p>
 <p><i>Los artículos de limpieza se encontraron desordenados dificultando el trabajo y desplazamiento de los trabajadores.</i></p>	 <p><i>Los artículos de limpieza se colocaron en un lugar adecuado de forma ordenada donde no dificulte el desplazamiento de los trabajadores</i></p>



Los rodillos de las descascaradoras se encontraron desordenados y dispersos por todo el área de producción tanto los nuevos y los viejos, a consecuencia se producía desperdicios al efectuar el cambio de rodillos de las descascaradoras



Lo rodillos fueron ordenados y reunidos en un lugar que facilite su uso cuando sea necesario, además se llevaron los rodillos viejos a otra área, con lo cual cuando se realice el cambio de rodillos se utilicen los nuevos.

Fuente: elaboración propia

Limpieza

Esta etapa tiene como objetivo eliminar cualquier tipo de suciedad que afectan el rendimiento y la eficacia de los equipos, maquinarias y herramientas de trabajo. Para realizar esta etapa se realizó como primer paso campaña de limpieza general el cual implicaba a todo el personal, la limpieza se comenzó por los pisos hasta retirar el polvo de las máquinas. Esta con la función de sensibilizar al personal fomentando una motivación de orden y limpieza.

Limpieza Diaria

La limpieza se llevará a cabo a la mitad del turno laboral y a la salida de este. Por ello en la siguiente tabla se establecen de forma concisa los horarios dentro de los cuales se va a llevar de forma efectiva la limpieza.

Tabla 14. Limpieza diaria

	Horario
Limpieza medio turno	12:45 a.m. – 13:00 p.m.
Limpieza final	17:10 p.m. – 17:30 p.m.

Fuente: elaboración Propia

Limpieza con inspección:

Consistirá en realizar un correcto mantenimiento a las máquinas, lo cual deberán limpiar con solvente y agua las hélices y los tachos de producción. Esta limpieza se realizará una vez por semana y estará a cargo del operario.

Estandarizar

Mediante la aplicación de las 3 primeras etapas de esta metodología (Clasificación, orden y limpieza) se elaboró estándares que permiten el sostenimiento del proyecto. En esta fase se procede a elaborar mecanismos que permitan prever defectos y anomalías en el área de trabajo y que se consideren parte de las actividades diarias del área de producción., para la cual tomaremos como apoyo el periódico mural.

Un mecanismo de control visual que se propuso es un mural 5S's, en el que se describen las acciones que se toman si se encuentra con una anomalía o defecto en el puesto de trabajo, los logros conseguidos plasmados en imágenes del antes y después de la aplicación de las 5S's y el cronograma de actividades y responsabilidades, por ejemplo, cronograma semanal de limpieza, etc.



Imagen 1. Mural 5S

Además, para poder medir la eficiencia de la aplicación de los 3 primeros pilares de la metodología 5s en el área de trabajo es necesario que se realicen evaluaciones periódicas, para lo cual se utiliza como herramienta una lista de verificación que mida el nivel de aplicación de seiri, seiton y seiso.

Tabla 15. Evaluación de las 3 primeras S

Departamento		Fecha	
Evaluador(es)			
Aplicación de 3S	Punto de observación		Puntuación
SEIRI	Se eliminan los objetos innecesarios		
SEITON	Se observa orden y rotulación en el área		
SEISO	Se mantiene limpio el área de trabajo, maquinaria y otros		
Puntaje total			
Puntaje total	Nivel		
0 – 2	Insatisfactorio		
3 – 5	Regular		
6 – 7	Bueno		
8 – 9	Excelente		

Fuente: Rajadell y Sanchez, 2010.

Disciplina

Esta última etapa está relacionada con la mentalidad de las personas, la aceptación de estos cambios al que el personal no está acostumbrado toma un lapso moderado de tiempo las capacitaciones y los estándares tomaran un papel importante para el cumplimiento de las metas. Es por eso que se empezó dando una capacitación a todo el personal, para ello se realizó la coordinación con el gerente. Una vez fijada la fecha se realizó la capacitación. En esta actividad se utilizó un formato donde se registró la participación de cada uno, donde los empleados firmaron su asistencia a la capacitación final. Así mismo se realizaron auditorias y supervisión 5S's, con el fin de medir el cumplimiento de cada una de las S, el formato de inspección está estructurado en forma de Check List.

Tabla 16. Seguimiento de las 5S's, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril 2019

Formato de Evaluación	
Responsable:	Fecha: 15/02/19
CLASIFICAR	Califi.
¿Hay materiales innecesarios en el área de trabajo?	3
¿Los objetos de trabajo están en buen estado?	3
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en el área de trabajo?	2
¿Se cuenta con solo lo necesario para trabajar?	3
¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?	3
Sub Total	14
ORDENAR	Califi.
¿Están en su ubicación definida los materiales del área?	3
¿Se encuentran todas las cosas en su lugar?	2
¿Están libres de obstáculos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas?	4
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	2
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y buen estado?	3
Sub Total	14
LIMPIEZA E INSPECCIÓN	Califi.
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	3
¿El área de trabajo se encuentra limpio como para transitar y trabajar correctamente?	2
¿Los objetos de trabajo se encuentran limpios?	3
¿Se realizan programas de limpieza?	1
¿Están las máquinas limpias y libres de polvo?	2
Sub Total	11
ESTANDARIZAR	Califi.
¿Hay pautas de trabajo en el área de trabajo?	2
¿Están identificados los materiales del área de trabajo?	2
¿Se tiene un plan de mejora?	2
¿Se aplica la gestión visual en el entorno del área?	3
¿Se ha propuesto mejoras en el puesto de trabajo?	3
Sub Total	12
DISCIPLINA	Califi.
¿Se motivan nuevas prácticas de mejora?	2
¿Existe control sobre el nivel de orden y limpieza?	2
¿Se realiza la limpieza de forma sistemática?	2
¿Todo el personal conoce el objetivo de las 5 S?	2
¿Se mantiene limpia el área de trabajo?	3
Sub Total	11

Fuente: elaboración propia

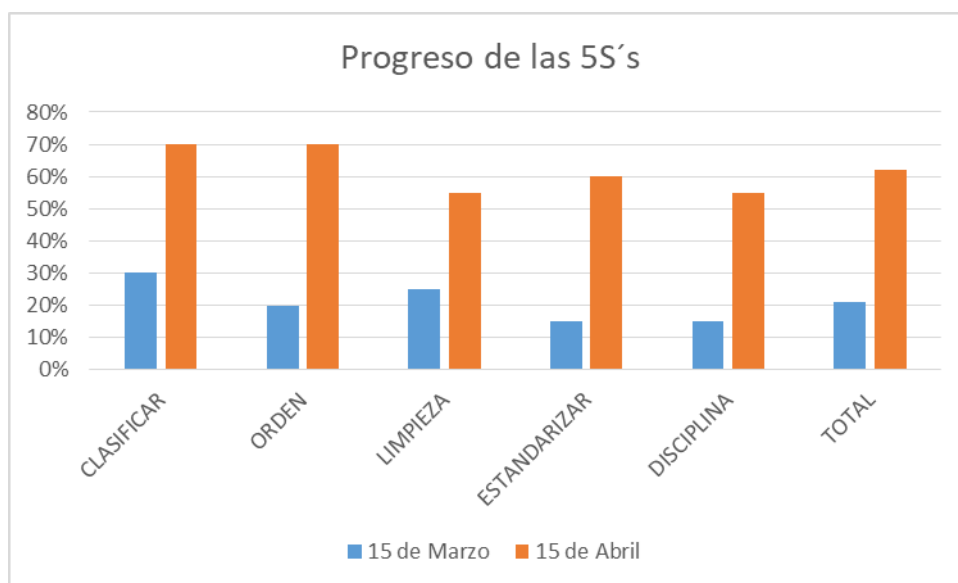


Figura 6. Mejora de las S, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

En el marco general de la metodología de las 5'S, evaluando a la empresa inicialmente en la fecha del 15 de marzo, se determinó un porcentaje de estado actual; ahora después de la implementación se verifica el porcentaje actual de mejor

Al aplicar la metodología 5S's se pudo mejorar y disminuir los tiempos en la búsqueda del medidor de humedad y en la búsqueda de sacos, hilos y etiquetas, para esto se realizó el registro de los tiempos que se tarda el operario en buscar el medidor de humedad, que se utiliza en el análisis de humedad y en la búsqueda de los sacos en la actividad de envasado del producto terminado.

Tabla 45. Tiempos realizados en la búsqueda del medidor de humedad.

Antes	1.38	1.5	1.34	1.39	1.54	1.16	2	2	1.58	1.56	1.22	1.26	1.33	1.48	1	2.1	1.19
Después	0.54	0.52	0.56	1	0.58	0.5	1	1.2	1.45	0.45	0.54	0.57	1	1.1	1	1.2	1

Fuente: elaboración propia

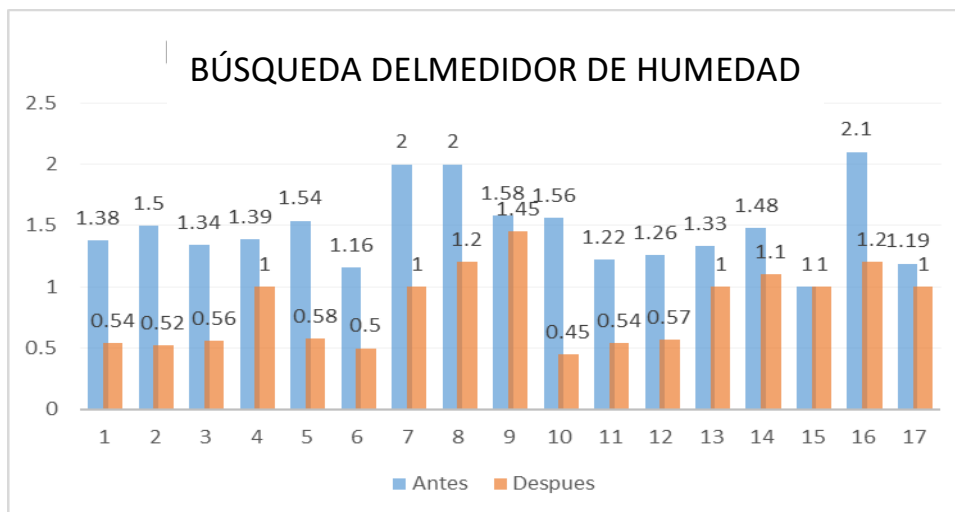


Figura 13. Búsqueda del medidor de humedad

En la figura se puede observar los tiempos que se realizan en la búsqueda del medidor de humedad, teniendo una disminución en cada observación realizada después de la aplicación de la metodología 5S's.

Tabla 46. Tiempos realizados en la búsqueda de sacos

Antes	2.3	1.6	1.45	2.56	2	1.3	2.1	2	1.54	1.3	1.25	2.4	2.3	1.32	2	2.5	2.3
Después	1.2	0.5	1	1	1.2	0.58	1.2	1.3	1.3	1	0.58	0.56	1.24	1.1	1.3	2	1.38

Fuente: Elaboración propia

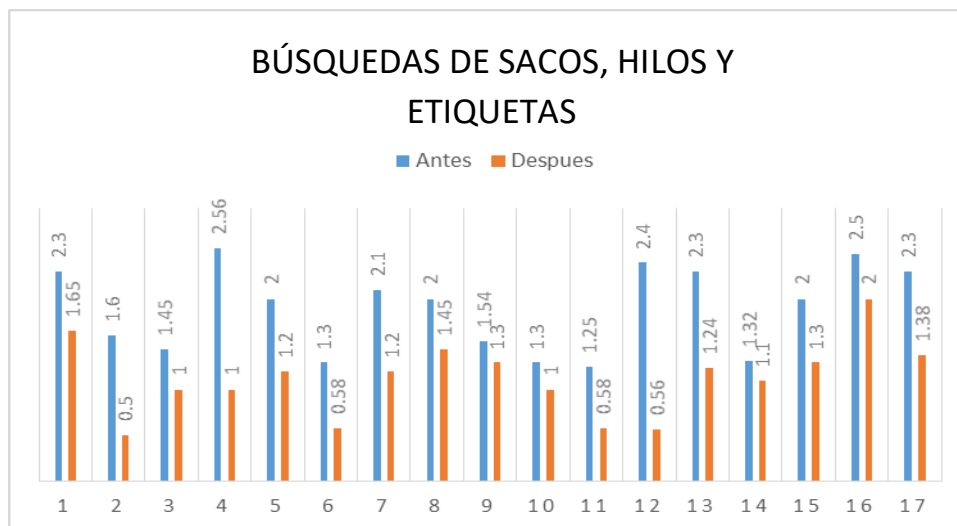


Figura 14. Búsqueda de sacos, hilos y etiquetas

En la figura se puede observar los tiempos que se realizan en la búsqueda sacos, teniendo una disminución en cada observación realizada después de la aplicación de la metodología 5S's.

3.3.2. Implementación del sistema SMED

3.3.2.1. Etapa preliminar

Aplicamos SMED dada la necesidad de eliminar el cuello de botella presentada en el proceso del pilado de arroz, el problema encontrado fue el tiempo de espera al momento de cambiar los rodillos en la maquina descascaradora

Continuación se presentan las ocurrencias por el cual se daba las pérdidas de tiempo al momento de colocar los rodillos a la maquina descascaradora.

Los rodillos de goma o tienen un sitio específico ya que el dueño desde que lo compra entrega al operario encargado y este lo coloca en cualquier lugar, pero esto ya no es problema ahora ya que al haber implementado las 5s se dio un espacio a los rodillos.

Pero igual ahí pérdida de tiempo lo que generas demoras al momento de colocar el rodillo de goma por que no se cuentan con las herramientas a la mano. Mientras que busca el desarmador, mientras que lo abre la máquina para sacar los rodillos viejos, en lo que va a traer los rodillos nuevos, pierde mucho tiempo y hasta para colocarlo también, por que los pernos a veces se extravían.

Para implementar el SMED tenemos en cuenta lo siguiente:

3.3.2.2. Etapa 1: separación interna y externa

Se realizó la separación de preparaciones tanto internas como externas

Identificando los 2 tipos de preparación interna y externa, fue más fácil implementar el sistema SMED en el proceso de cambio de rodillo en la maquina descascaradora, para así mejorar los tiempos que no generan valor en el proceso.

Tabla 17. Lista de preparación interna, externa

LSTA DE PREPARACIÓN INTERNA Y EXTERNA	
interna	Externa
apagar máquina	
desentornillar máquina descascaradora	buscar desarmador
sacar tapa de la máquina	
retirar producto de la máquina	llevar a la tolva
Limpiar	buscar trapo
retirar rodillo	
colocar nuevo rodillo	
colocar tapa	
buscar pernos	buscar llaves
ajustar	inspeccionar
encender máquina	esperar

Fuente: elaboración propia

3.3.2.3. Etapa 2: identificación de actividades

En esta segunda etapa se identificó las actividades que el operario realiza al momento de cambiar el rodillo, para ello realizamos lo siguiente:

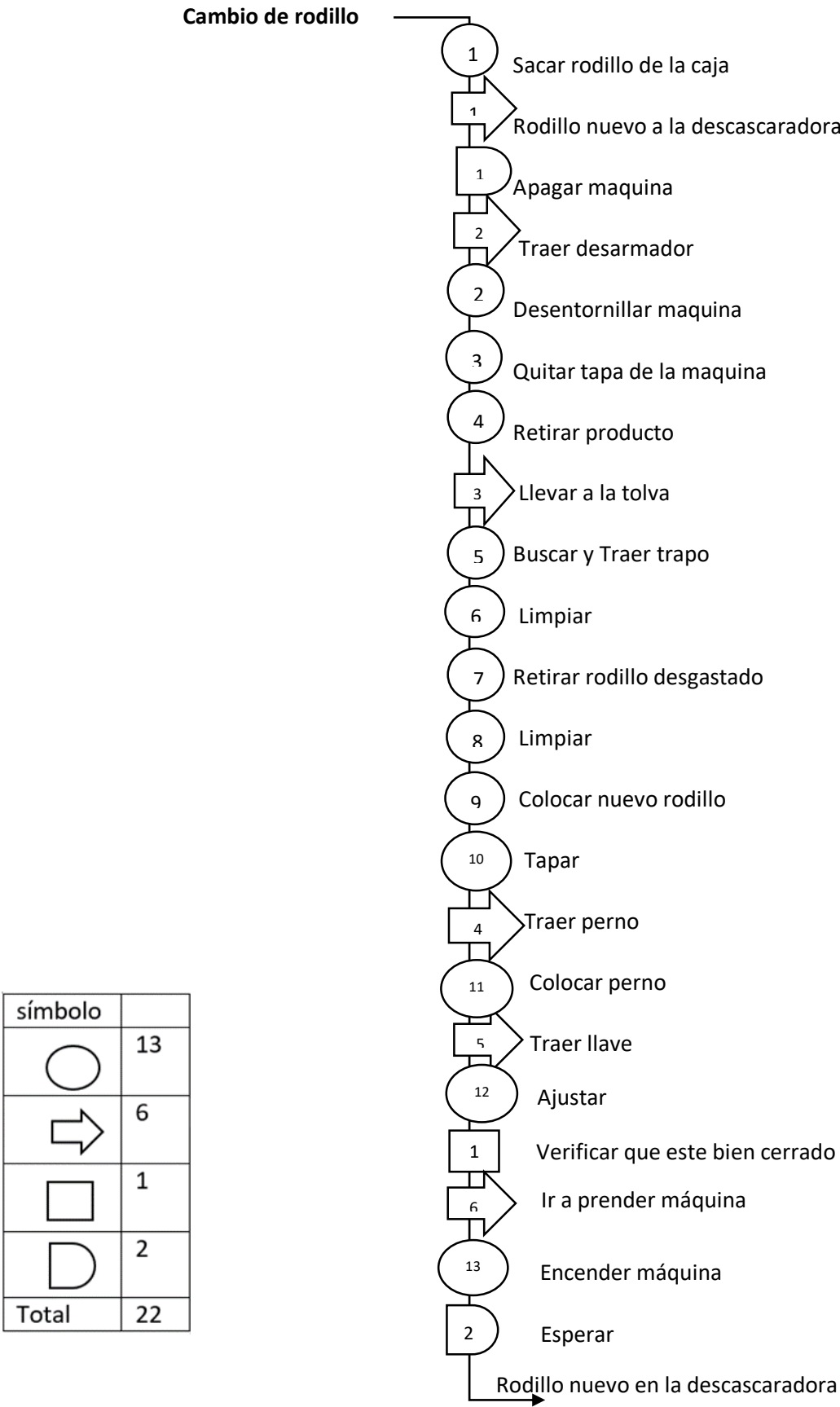
- DAP del cambio de rodillo.
- Toma de Tiempo de SMED por 2 semanas
- actividades internas y externas después de aplicar SMED

Desarrollo

Para realizar nuestro diagrama de actividades utilizamos la técnica de observación, la cual se le aplico al operario al momento de realizar el cambio de rodillo. El proceso es el siguiente

El diagrama de operaciones nos muestra las actividades que realiza el operario al momento de cambiar los rodillos de las maquinas descascaradoras, con la técnica de observación se evidencio que el operario tiene que ir desde la maquina descascaradora al almacén, para traer los rodillos se evidenció las actividades que realizó el operario para hacer el cambio de los rodillos y luego regresar a la máquina y trasladarse hacia el maletín de herramientas que se encuentra en el área de proceso de pilado de arroz para después regresar nuevamente a la maquina descascaradora para realizar el cambio de rodillos.

Figura 7. Diagrama de actividades



Fuente: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C,

En la figura, podemos observar que se realizan 13 operaciones, 6 transportes, 1 inspección y hay 2 demoras, en donde aplicamos un estudio de tiempos para calcular el tiempo que se toma en operario en realizar la colocación del rodillo de jebe en la descascaradora.

La toma de los tiempos se realizó mediante un cronometro vuelta a cero en minutos, en un periodo de 2 semanas en el mes de marzo y la cantidad de veces que se realizó el cambio de rodillo en la maquina descascaradora, el que se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 18. Tiempos observados (Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C) para el SMED

ACTIVIDADES	SEMANA 1		SEMANA 2		PROMEDIO GENERAL
	DESCASCARADORA 1	DESCASCARADORA 2	DESCASCARADORA 1	DESCASCARADORA 2	
sacar rodillo de la caja	1	1,03	1,05	1,2	1,07
llevar rodillo nuevo a la Descascaradora	3	3,15	3,1	3,15	3,10
apaga máquina	2,01	1,58	2,02	1,59	1,80
traer al desarmador	0,5	0,59	0,49	0,57	0,54
desentornillar máquina	0,3	0,31	0,28	0,31	0,30
quitar tapa de la máquina	0,15	0,17	0,18	0,16	0,17
retirar producto	2,05	2,22	2,1	2,15	2,13
llevar a la tolva	4	3,57	3,59	4,1	3,82
buscar y traer trapo	1,15	1,3	1,01	1,07	1,13
Limpiar	0,49	0,59	0,53	0,5	0,53
retirar rodillo desgastado	0,5	0,52	0,49	0,53	0,51
Limpiar	0,35	0,48	0,42	0,39	0,41
colocar nuevo rodillo	0,4	0,59	0,45	0,47	0,48
tapar máquina	0,25	0,2	0,23	0,19	0,22
traer perno	0,1	0,12	0,11	0,1	0,11
colocar perno	0,12	0,1	0,12	0,13	0,12
traer llave	0,25	0,23	0,3	0,29	0,27
ajustar tapa	0,1	0,13	0,11	0,11	0,11
verificar que este bien cerrado la tapa	0,15	0,11	0,13	0,1	0,12
ir a prender la máquina	3	2,54	2,58	3,01	2,78
encender máquina	0,15	0,16	0,15	0,14	0,15
Esperar	0,55	0,59	0,57	0,53	0,56
TOTAL					20,41

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

En la tabla podemos observar todas las actividades que se realiza para el cambio de los rodillos de jebe , aplicada durante las 2 semanas de estudio y el número de máquinas descascaradoras en el proceso, obteniendo un promedio de 20 minutos y 41 segundos en total.

Se observa que el operario genera pérdida de tiempo en llevar el producto sacado de la maquina descascaradora a la tolva, también en buscar y traer el trapo industrial para limpiar, y en buscar los pernos que saca al momento de abrir la tapa de la descascaradora, en traer las herramientas que utiliza, ya que en estas actividades pierde tiempo. Por lo que acomodo las cosas que se necesitan lo más cerca y visible para el operario al momento de realizar la operación de cambio. Eliminando tiempo innecesario que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19. Cambios rápidos, Molino San Francisco

ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES INTERNAS	ACTIVIDADES EXTERNAS
sacar rodillo de la caja	1,07	1,07	
llevar rodillo nuevo a la descascaradora	3,10	3,10	
apaga máquina	1,80	1,80	
traer al desarmador	0,54	0,54	
desentornillar máquina	0,30	0,30	
quitar tapa de la máquina	0,17	0,17	
retirar producto	2,13	2,13	
llevar a la tolva	3,82		3,82
buscar y traer trapo	1,13		1,13
Limpiar	0,53	0,53	
retirar rodillo desgastado	0,51	0,51	
Limpiar	0,41	0,41	
colocar nuevo rodillo	0,48	0,48	
tapar máquina	0,22	0,22	
traer perno	0,11		0,11
colocar perno	0,12	0,12	
traer llave	0,27		0,27
ajustar tapa	0,11	0,11	
verificar que este bien cerrado la tapa	0,12	0,12	
ir a prender la máquina	2,78	2,78	
encender máquina	0,15	0,15	
Esperar	0,56	0,56	
TOTAL	20,41	15,09	5,32

Fuente: tabla 18. Tiempos observados (Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C) para el SMED

En la tabla tenemos un total de actividades de 20 minutos con 41 segundos, de las cuales 15 min con 9 segundos son las actividades internas y 5 minutos con 32 segundos pertenecen a las actividades externas, siendo la diferencia 9 minutos con 77 segundos la mejora del SMED.

3.3.2.4. Etapa 3: análisis de incremento SMED

En esta etapa analizamos, el porcentaje de incremento de SMED, en base a las actividades realizadas en el cambio de los rodillos de jebe, en relación al tiempo actual y el tiempo anterior. También detallamos las mejoras obtenidas mediante la aplicación del SMED en relación a incrementar la productividad de la materia prima.

Pasamos a realizar el cálculo de los tiempos obtenidos, tanto del actual como del anterior para hallar el porcentaje de mejora mediante la herramienta del SMED. Para la cual se hizo con la siguiente fórmula:

$$SMED = \frac{15.09}{20.41} \times 100 = 74\%$$

Lo que se quiere decir es que el tiempo se redujo a un 74% del tiempo habitual.

A continuación, detallamos en desarrollo de cada una de las mejoras realizadas mediante el SMED.

- Mediante el DAP identificamos 22 actividades que el operario hace al momento de cambiar los rodillos de jebe.
- A través de la toma de tiempos de SMED identificamos el tiempo que demora el operario al cambiar los rodillos, perjudicando y generando retraso de pilado de arroz que es la materia prima aquí, ya que, en ese tiempo demás, podemos producir unos cuantos sacos más.

Gracias a la eliminación de ciertas actividades que estaban de más en la tabla reducción de cambio rápido, logramos reducir tiempo en el cambio de rodillos a las máquinas descascaradoras, e incrementamos kg de arroz pilado por semana.

3.3.3. Implementación del Mantenimiento Productivo Total.

La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en un proceso, tiene como objetivo fundamental la máxima eficiencia global de los equipos. La implementación del TPM se realizó mediante 3 fases el cual se describe a continuación:

Tabla 20. Pasos para la implementación del TPM

FASE	ETAPA	ETAPA DE GESTIÓN
Preparación	Decisión de aplicar el TPM en la empresa	Realizar capacitaciones
	Información Sobre el TPM	Realizar capacitaciones con todos los trabajadores para hacer conocimiento sobre el TPM
	Estructura Promocional del TPM	Crear grupos delegando responsabilidades que se encarguen de la implementación
Introducción	Arranque Formal del TPM	La gerencia hace aviso de manera formal de la implementación del TPM
Implantación	Mejorar la efectividad del equipo	Realizar un análisis de criticidad
	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Realizar tareas de mantenimiento básicas (ajuste de tuercas, lubricación y limpieza)
	Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Realizar mantenimientos según la frecuencia de la falla con relación al buen funcionamiento.
	Formación para elevar las capacidades	Capacitar al personal para elevar las capacidades de cada uno.

Fuente: elaboración propia

Antes de la implementación se realizó el cálculo del OEE (Eficiencia Global de los Equipos) para ello se levantó información de la empresa brindada por el gerente.

3.3.3.1. Cálculo de la Eficiencia Global De los Equipos.

La ventaja del indicador OEE frente a otras razones es que mide las pérdidas diferenciadas en los factores de disponibilidad, rendimiento y calidad. Para calcular el OEE, primero se deben identificar los tipos de pérdidas que se presentan de manera consecutiva y que van reduciendo el tiempo disponible de las maquinas hasta obtener un Tiempo Productivo Neto que es lo que realmente se ha aprovechado a las máquinas para procesar el arroz. Con la información consolidada se ha podido determinar el indicar de eficiencia global de los equipos actualmente; dichos cálculos se muestran a continuación:

Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo se refiere a cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando.

Tabla 21. Tiempos perdidos

Máquinas (paradas)		
Fecha	Ocurrencia	Tiempo (min)
02/01/19	Atoro de pajilla	30
04/01/19	Paro por corte de electricidad tablero de control	90
05/01/19	Atoro del elevador por impurezas	45
09/01/19	Reparación descascaradora	120
11/01/19	Atoro descascaradora	40
14/01/19	Se rompió la unión de la esclusa de pajilla	60
17/01/19	Cambio de elevador	45
24/01/19	Atascamiento de arroz en la mesa paddy	53
25/01/19	Se atascó el tubo alimentador	46
26/01/19	Atoro del elevador por impurezas	35
05/02/19	Falla del motor sin fin	60
08/02/19	Limpieza y ajuste de rodillos en descascaradora	60
11/02/19	Atoro del elevador	45
20/02/19	Problema con el circuito eléctrico de la descascaradora	60
22/02/19	Se aflojaron los pernos de la mesa paddy	31
TOTAL		820

Fuente: elaboración propia

La jornada de trabajo de producción de la empresa es:

Tabla 22. Jornada laboral

Horario	Horas	Trabajo
7:00 a.m. – 6:00 p.m.	10 horas	Producción
Total	10 horas	Por 1 día
Total	60 horas	Por 6 días

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

En la tabla 22 nos indica la programación teórica de las personas, eso es variable en función a la programación de la producción.

Tabla 23. Tiempo disponible neto

Tiempo disponible	Pérdidas de disponibilidad		Tiempo total	Tiempo neto trabajado	Disponibilidad	Promedio
	Tiempos muertos	Tiempo de preparación				
3600	165	180	345	3255	0.90	0.92
3600	160	180	340	3260	0.91	
3600	105	180	285	3315	0.92	
3600	134	180	314	3286	0.91	
3600	120	180	300	3300	0.92	
3600	45	180	225	3375	0.94	
3600	91	180	271	3329	0.92	
3600	-	180	180	3420	0.95	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 23 se muestra el tiempo disponible lo cual corresponde a las horas de jornada laboral, las pérdidas de disponibilidad y el tiempo neto trabajado, durante ocho semanas.

Rendimiento

Tabla 5. Producción semanal

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ POR SEMANA – KG							
SEMANA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	95893.00	13671.00	2793.00	2058.00	5831.00	14680.00	134926.00
2	111720.00	18326.00	4704.00	2401.00	6713.00	18440.00	162304.00
3	105399.00	21070.00	7497.00	4067.00	5341.00	15440.00	158814.00
4	112700.00	18277.00	10241.00	2352.00	5635.00	16000.00	165205.00
5	98392.00	21756.00	5684.00	4508.00	7252.00	16760.00	154352.00
6	84525.00	17150.00	4753.00	2891.00	4606.00	11920.00	125845.00
7	100744.00	14553.00	7987.00	4606.00	5733.00	20080.00	153703.00
8	105644.00	16072.00	5439.00	2744.00	5390.00	17960.00	153249.00

Fuente: tabla 4. Control de producción de arroz en sacos, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

Para calcular nuestra eficiencia global de los equipos se ha considerado los meses de enero y febrero, la disponibilidad se ha calculado en base al tiempo de funcionamiento del equipo, así mismo la productividad se ha calculado en base a la producción de sacos y en relación a los recursos utilizados.

Tabla 24. Eficiencia Global de los Equipos

REGISTRO EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS								
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo disponible (TD)	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Paradas de máquinas (min)	345	340	285	314	300	225	271	180
Tiempo operativo (TO)	3255	3260	3315	3286	3300	3375	3329	3420
Producción programada (PP)	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200
Producción real (PR)	134926	162304	158814	165205	154352	125845	153703	153249
Sacos rechazados	-	-	-	-	-	-	-	-
Producción buena (PB)	134926	162304	158814	165205	154352	125845	153703	153249
Disponibilidad (TO/TD)	0.90	0.91	0.92	0.91	0.92	0.94	0.92	0.95
Rendimiento (PR/PP)	0.57	0.69	0.68	0.70	0.66	0.54	0.65	0.65
Calidad (PB/PR)	1.00	1	1	1	1	1	1	1
OEE	0.52	0.62	0.62	0.64	0.60	0.50	0.60	0.62
PROMEDIO	0.59							

Fuente: elaboración Propia

En la tabla 24 se muestra el resultado inicial del indicador OEE (Eficiencia Global de los Equipos) de dos meses.

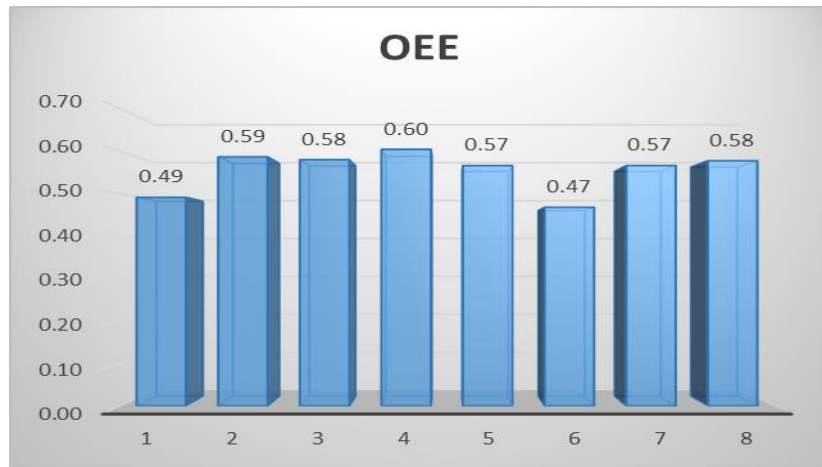


Figura 12. Eficiencia Global de los Equipos

En la figura 12 nos muestra el porcentaje del OEE durante 8 semanas, teniendo porcentajes desfavorables siendo el porcentaje más bajo en la semana siete con un 47% de eficiencia global de los equipos, lo que significa que tanto la disponibilidad y el rendimiento no son lo que se esperaba y no se acercan a lo que la empresa quiere.

Tabla 25: Fases y etapas de la implementación del Mantenimiento Productivo Total

FASE	ETAPA	Mes	ABRIL																													
		Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PREPARACIÓN	Decisión de aplicar el TPM en la empresa																															
	Información Sobre el TPM																															
	Estructura Promocional del TPM																															
INTRODUCCIÓN	Arranque Formal del TPM																															
IMPLANTACIÓN	Mejorar la efectividad del equipo																															
	Mantenimiento Autónomo																															
	Mantenimiento Planificado																															
	Formación para elevar las capacidades																															

Fuente: elaboración propia

3.3.3.2. Fase de preparación

La primera etapa es fundamental ya que en esta etapa se establecen las bases para la implementación del TPM, así mismo una buena planificación permitirá alcanzar los objetivos establecidos en el tiempo adecuado con una mínima modificación del documento inicial.

Anuncio de la implantación del TPM

En esta etapa se coordinó una reunión con la gerencia y se propuso ante la misma la necesidad y los beneficios que se pueden lograr a futuro mediante la implantación del mantenimiento productivo total, la gerencia se compromete a participar de forma activa y brindar los recursos necesarios para la implantación del TPM. El éxito de la implementación dependerá de la participación de los trabajadores y de la gerencia.

Información sobre el TPM

Después de tener la aceptación del gerente ante la propuesta, se da conocimiento a todo el personal de la planta sobre la herramienta que se va a implementar para ello se realizaron capacitaciones y se repartieron afiches con información sobre el mantenimiento productivo total con la necesidad de comprometer al personal.

Las capacitaciones se realizaron con la ayuda de la gerencia contando con la participación de los trabajadores del área de producción.

Estructura promocional del TPM

En esta etapa se elegirán a las personas que se harán responsable de la implementación en los diferentes niveles.

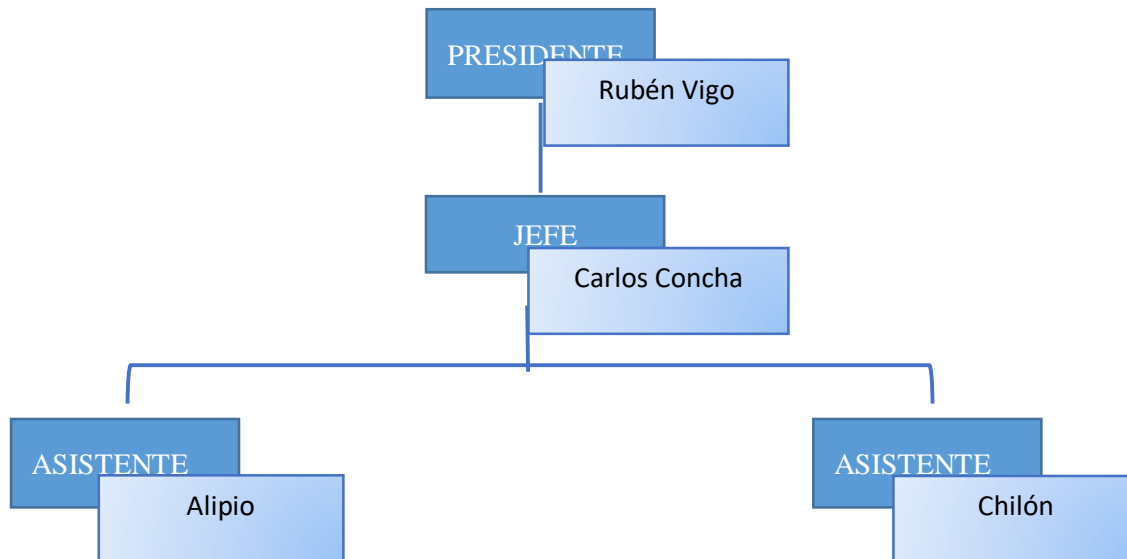
Descripción de la estructura

Gerente: El gerente es la cabeza en la implementación del TPM, el cual se hará responsable de dirigir la implementación el TPM en la empresa y autorizar los trámites necesarios para lograr un funcionamiento sin falencias, siendo muy importante su participación en el proceso de ejecución de la implementación.

Jefe: Es el encargado del área de producción ya que es la persona que conoce el proceso y funcionamiento de cada máquina, por medio de él se harán saber las instrucciones de gerencia, así mismo mantendrá informado de los avances.

Asistentes: Sera responsable de hacer cumplir el plan de mantenimiento que se establecerá y que realizaran los operarios con relación a las reparaciones, ajustes y lubricación de las maquinas

Figura 8. Estructura del TPM.



3.3.3.3. Fase de introducción

Arranque Formal del TPM

En este proceso se da inicio al plan de mantenimiento y lo ideal es presentarlo en una reunión protocolar con las jefaturas, personal operativo, donde se tiene que dar a conocer lo establecido en las etapas anteriores con detalles, de esta manera involucrar a todos los miembros de la empresa. En esta etapa así como en la etapa 1 del anuncio de la decisión se realiza una reunión para presentar y hacer mención que ya se da inicio lo que en un principio fue una decisión.

3.3.3.4. Fase de implementación

Mejorar la efectividad del equipo

No todos los equipos tienen la misma importancia, es un hecho que unos equipos son más importantes que otros por este motivo se debe realizar un análisis de criticidad de los equipos que intervienen en la producción del molino agroindustrial San Francisco S.A.C, inicialmente se realizó una lista de los equipos de la empresa.

Tabla 25. Lista de equipos/maquinas

EQUIPO	Cantidad	Estado
Descascaradora	2	Operativo
Dosificador	1	Operativo
Mesa Paddy súper Brix	1	Operativo
Despedregador	1	Operativo
Conos	4	Operativo
Zaranda Mezclador	3	Operativo
Cilindro Calibrador	1	Operativo
Clasificadora	1	Operativo
Selectora por color	1	Operativo
Elevadores	13	Operativo
Ventilador polvillo	1	Operativo
Ciclón	4	Operativo
Sin fin	2	Operativo
Esclusa polvillo	1	Operativo
Esclusa de pajilla	1	Operativa

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

El análisis de criticidad es una herramienta que nos permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos por los cuales vale la pena dirigir los recursos.

El cálculo del análisis de criticidad es la multiplicación de factores de frecuencia y consecuencia.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad Operacional}) + (\text{Costo Mantenimiento}) + (\text{Impacto Seguridad y Medioambiente})$$

El método utilizado para determinar la criticidad de cada equipo es rápido y sencillo, para esto se tomó un formato estructurado, donde se dan puntajes establecidos según criterios de los factores de frecuencia de la falla y consecuencia de la misma.

Figura 9. Factores de Frecuencia y Consecuencia

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA "CRITICIDAD"			
Criterio	Tipo	Aspecto	Medida
A.- Frecuencia de falla	A1	Mayor a 4 fallas	4
	A2	2-4 fallas/mes	3
	A3	1-2 fallas/mes	2
	A4	Mínimo 1 falla/mes	1
B.- Impacto operacional	B1	Parada inmediata de toda la planta	10
	B2	Parada de todo la línea (recuperable en otras líneas)	8
	B3	Impacto en los niveles de producción o calidad	6
	B4	Repercute en costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
	B5	No genera ningún efecto o impacto significativo sobre los demás operaciones	1
C.- Flexibilidad operacional	C1	No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
	C2	Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
	C3	Hay opción de repuesto compartido	3
	C4	Función de repuestos disponible	2
D.- Costo de mantenimiento	D1	Mayor o igual a \$3000/mes	2
	D2	Menor a \$ 3000/mes	1
E.- Impacto en la seguridad ambiental y humana	E1	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
	E2	Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
	E3	Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4
	E4	Provoca daños menores causando daños leves en las personas	2
	E5	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas establecidas para el entorno	1
	E6	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el medio ambiente	0

Fuente: Huertas, 2011

Tabla 26. Cálculo de criticidad

Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana	Consecuencia	Criticidad
Descascaradora 1	4	10	5	2	2	54	216
Descascaradora 2	4	10	5	2	2	54	216
Dosificador	3	1	1	1	1	3	9
Mesa Paddy	3	10	5	2	2	54	162
Despedregador	3	8	4	2	2	36	108
Conos	2	6	4	1	1	26	52
Zaranda Mezclador 1	3	8	2	1	1	18	54
Zaranda Mezclador 2	3	8	2	1	1	18	54
Zaranda Mezclador 3	3	8	2	1	1	18	54
Cilindro Calibrador	3	8	2	1	1	18	54
Clasificadora	3	10	4	2	2	44	132
Selectora por color	3	10	5	2	2	54	162
Elevadores	4	6	3	1	2	21	84
Ventilador de polvillo	2	3	3	1	2	12	24
Ciclón	2	3	3	1	2	12	24
Sin Fin	2	3	3	1	0	10	20
Pre Limpia	4	10	5	2	4	56	224
Esclusa de polvillo	2	3	3	1	0	10	20
Esclusa de pajilla	2	3	3	1	0	10	20

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

En la tabla 26, se puede observar que los equipos críticos de la planta la conforman las descascaradoras, la mesa paddy, el despedregador, la clasificadora, la selectora por color y la maquina pre limpia, por lo cual se requiere prestar más atención a dichos equipos para no tener pérdidas graves.

Programa de mantenimiento autónomo

En esta etapa permitirá al operador controlar su propio equipo, esto se logrará con la participación y adiestramiento en mecanismos, aspectos operativos, conservación y manejo de averías no tan complicadas o complejas para el operador. Este pilar es desarrollado en 4 pasos, pasando de uno a otro después de haber concluido el anterior con el apoyo y la evaluación de los gerentes.

- **Limpieza inicial.**

Este paso tiene la finalidad de elevar la fiabilidad de los equipos mediante la eliminación de polvo, la suciedad y los desechos, tareas que se realizaron en la implementación de las tres primeras S. La aplicación de la herramienta 5'S tuvo un impacto positivo, lo cual trajo lugares limpios libres de contaminación y seguros para el personal, las herramientas tienen definido un lugar y se mantiene el orden, el traslado de material es menor.

- **Eliminar los focos de contaminación de cada equipo**

Antes de establecer el programa de mantenimiento planificado, se vio la necesidad identificar las fuentes o focos de suciedad y desgaste que originan el deterioro del rendimiento de los equipos para luego desarrollar un plan de acción, con el apoyo del personal operativo.

- **Establecer estándares de limpieza y lubricación**

La finalidad de este paso es generar estándares simples y fáciles de entender, tanto en tareas diarias como en periódicas. Para ello se elaboraron cartillas de limpieza y lubricación de las maquinas más relevantes, indicando la tarea que se va a realizar, la frecuencia con la que se realiza y las herramientas que se van a utilizar. (Ver Anexo A – 37 a 42)

- **Inspección general de los equipos**

Para desarrollar la inspección general de los equipos, se levantó información técnica de cada uno de los equipos teniendo como prioridad a los equipos críticos, se creó hojas de vida de cada equipo, donde se especifica toda la información técnica necesaria para sus mantenimientos. (Ver Anexo B – 15 a 19)

- **Control autónomo total**

El control autónomo total, el operador es capaz de realizar reparaciones y actividades no tan complicadas ni complejas como ajustes de tornillos, lubricación y limpieza de las maquinas en coordinación directa con personal de mantenimiento especializado. Finalmente, para medir el cumplimiento de las actividades establecidas en esta etapa se realiza una auditoría del Mantenimiento Autónomo tomando como herramienta un formato estructurado donde se evaluará 5 ítems de acuerdo a lo implementado, la misma que se realiza cada tres meses. (Ver Anexo A - 43)

Programa de mantenimiento Planificado

En esta etapa se establecerán fechas dentro de un plan de mantenimiento programado todo esto será responsabilidad directa del área de mantenimiento.

Tabla 34. Programa de mantenimiento

MÁQUINA	ACCIÓN	INTERVALO
DESCASCARADORA	Inspección del regulador del brazo móvil	Mensual
	Inspección del regulador y nanómetro de presión	Mensual
	Verificación del estado del motor	Mensual
	Verificación de los cilindros neumáticos	Semanal
	Verificación y limpieza de filtros	Semanal
	Inspección del estado y tensión de fajas	Semanal
MESA PADDY	Inspección del estado y tensión de fajas	Mensual
	Verificación del estado del motor	Mensual
ZARANDA	Revisión de templadores	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificación del estado y tensión de fajas	Mensual
SELECTORA POR COLOR	Limpieza de tarjetas electrónicas	Mensual
	Revisión estado de bandejas	Semanal
	Verificación de filtros de aire	Quincenal
	Revisión del estabilizador de voltaje	Quincenal
	Verificación de filtros separador de agua y aceite	Mensual
	Verificación del estado de las válvulas	Semanal
	Inspección de los eyectores	Mensual
PRE LIMPIA	Verificación del estado y tensión de fajas	Semanal

	Revisar cilindro de escape	Mensual
	Revisión y estado de condicionamiento de céntricos	Mensual
	Inspección del regulador y nanómetro de presión	Mensual
	Verificación del estado de rodajes de motor	Mensual
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificar y ajustar pernos de sujeción	Semanal
ELEVADOR	Revisión del estado de la faja porta cangilones	Semanal
	Revisión del estado de los cangilones	Semanal
	Verificación de estado de rodamientos de motor	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
DESPEDREGADOR	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificar regulador de succión de aire	Mensual
	Verificación de estado de mallas	Semanal
CILINDRO CALIBRADOR	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Inspección del estado y tensión de fajas	Semanal
	Verificación de faja plana	Mensual
SIN FÍN	Inspección del estado y tensión de fajas	Quincenal
	Limpieza interna de tornillo	Quincenal
	Verificación de colocación de tapas y pernos	Quincenal
	Verificación del estado helicoidal del sinfín	Quincenal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
EXCLUSA	Verificación de paletas de descarga	Quincenal
	Verificación del nivel de aceite del motor reductor	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
VENTILADOR	Inspección del estado y tensión de fajas	Quincenal
	Verificación del estado de rodamientos de ventilador	Quincenal

Fuente: elaboración propia

Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

Se tiene que tener en cuenta que para poder realizar todo proceso tiene que a ver de por medio una capacitación o inducciones es importante mejorar las habilidades del personal involucrado. La Empresa ha planificado una serie de capacitaciones enfocado a los operarios, teniendo en cuenta también a la parte administrativa, pero más a los responsables de las máquinas, capacitándolas en los temas de mantenimiento. (Ver Anexo A N° 44)

Para realizar la evaluación de lo logrado, se presenta el análisis de los indicadores, primero se realiza el análisis de los meses de abril y mayo, con respecto al año 2019.

En la siguiente tabla se muestra la efectividad global de los equipos por semana del mes de abril y mayo (resultado de implementación).

Tabla 35. Eficiencia Global de los Equipos - después

REGISTRO EFICIENCIA GLOBAL DE LAS MÁQUINAS								
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo disponible (TD)	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Paradas de máquinas (min)	278	285	260	320	240	285	300	298
Tiempo operativo (TO)	3322	3315	3340	3280	3360	3315	3300	3302
Producción programada (PP)	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200
Producción real (PR)	176473	172194	196550	160755	184213	113042	145136	180268
Sacos rechazados	-	-	-	-	-	-	-	-
Producción buena (PB)	176473	172194	196550	160755	184213	113042	145136	180268
Disponibilidad (TO/TD)	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.92	0.92	0.92
Rendimiento (PR/PP)	0.75	0.73	0.84	0.68	0.78	0.48	0.62	0.77
Calidad (PB/PR)	1	1	1	1	1	1	1	1
OEE	0.69	0.67	0.78	0.62	0.73	0.44	0.57	0.70
PROMEDIO	0.65							

Fuente: elaboración propia

En la tabla 35, se muestra el cálculo realizado correspondiente a la eficiencia global de los equipos de cada semana durante los meses de abril y mayo teniendo un porcentaje promedio 65% un aumento 6% con respecto a la evaluación inicial.

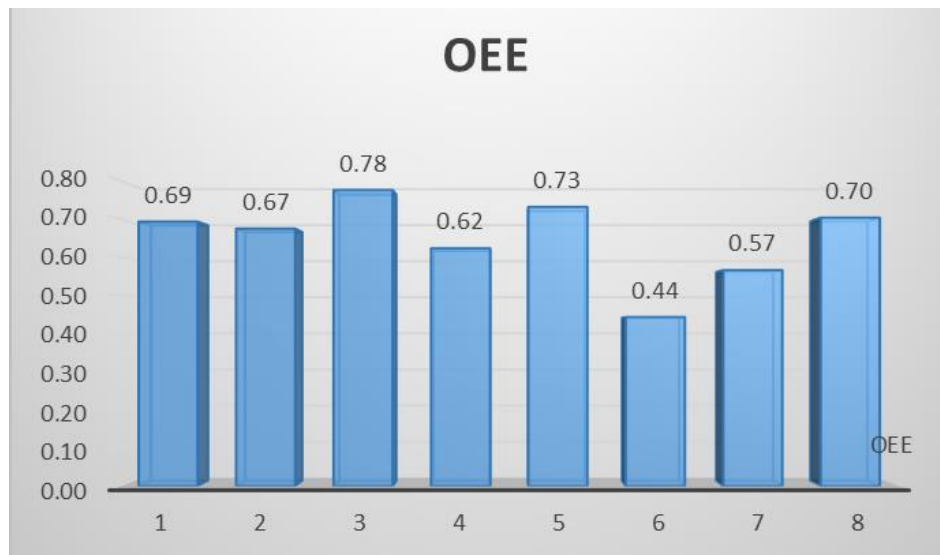


Figura 13. Eficiencia Global de los Equipos – después

En la figura 13, nos muestra el indicador OEE de cada una de las semanas de los meses de abril y mayo, teniendo un índice mayor en la semana 3.

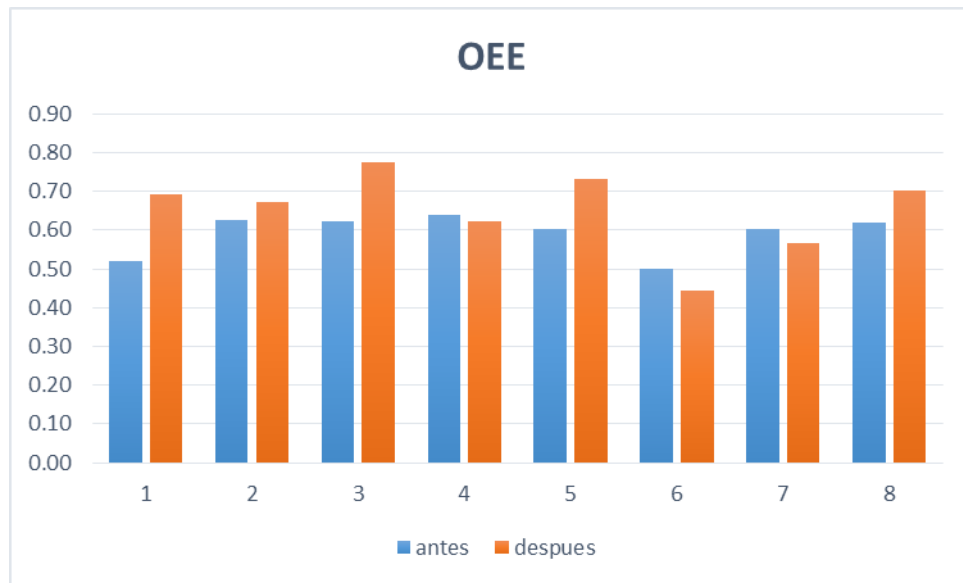


Figura 14. Comparación de resultados

Después de haber implementado estas herramientas necesarias para una mejor productividad, pasamos a tomar datos de producción del mes de abril y mayo para realizar la comparación al final y determinar cuál es el efecto de productividad en el molino san francisco.

3.4. Índice de productividad después de la aplicación de las herramientas (pos test)

3.4.1. Producción de arroz

Para determinar el cálculo de productividad de materia prima, después de aplicar las herramientas se recolecto datos basados en 8 semanas (48 días) del 01 abril al 25 de mayo, para su posterior comparación y ver el efecto que causa.

El registro se hizo atreves del formato de control de producción.

Tabla 27. Control de producción de arroz en sacos, abril – mayo 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ SEMANAL – SACOS								
FECHA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	3177,00	2475,00	371,00	125,00	64,00	142,00	520,00	3697,00
2	3066,00	2262,00	539,00	55,00	70,00	140,00	549,00	3615,00
3	1710,00	1382,00	144,00	52,00	39,00	93,00	319,00	2029,00
4	2875,00	2244,00	321,00	116,00	61,00	133,00	497,00	3372,00
5	1482,00	1149,00	195,00	36,00	28,00	69,00	296,00	1773,00
6	2018,00	1597,00	236,00	45,00	59,00	81,00	354,00	2372,00
7	2584,00	2033,00	290,00	103,00	51,00	107,00	463,00	3047,00
8	3252,00	2296,00	571,00	193,00	71,00	121,00	523,00	3775,00

Fuente: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

Con estos datos procedemos a convertir las unidades de sacos en kg, Según el contenido de cada uno, mencionados anteriormente.

Tabla 28. Control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ EN KG – SACOS								
FECHA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	222390,00	121275,00	18179,00	6125,00	3136,00	6958,00	20800,00	176473,00
2	214620,00	110838,00	26411,00	2695,00	3430,00	6860,00	21960,00	172194,00
3	119700,00	67718,00	7056,00	2548,00	1911,00	4557,00	12760,00	96550,00
4	201250,00	109956,00	15729,00	5684,00	2989,00	6517,00	19880,00	160755,00
5	103740,00	56301,00	9555,00	1764,00	1372,00	3381,00	11840,00	84213,00
6	141260,00	78253,00	11564,00	2205,00	2891,00	3969,00	14160,00	113042,00
7	180880,00	99617,00	14210,00	5047,00	2499,00	5243,00	18520,00	145136,00
8	227640,00	112504,00	27979,00	9457,00	3479,00	5929,00	20920,00	180268,00

Fuente: tabla 27. Control de producción de arroz en sacos, abril – mayo 2019.

3.4.2. Productividad de materia prima

Y el cálculo se realizó en base a la producción total entre el producto y sub productos en kg con relación al total de entrada de arroz en cáscara en kg, siendo la productividad materia prima el siguiente:

Tabla 29. Productividad de materia prima, después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril - mayo 2019.

SEMANA	ARROZ CÁSCARA (kg.)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL
1	222390,00	176473,00	0,793529385
2	214620,00	172194,00	0,80232038
3	119700,00	96550,00	0,806599833
4	201250,00	160755,00	0,798782609
5	103740,00	84213,00	0,811769809
6	141260,00	113042,00	0,800240691
7	180880,00	145136,00	0,802388324
8	227640,00	180268,00	0,79189949
PROMEDIO			0,800941315

Fuente: tabla 28. Control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019.

En la tabla nos muestra que tenemos una productividad de materia prima de 0,80 kg de arroz pilado por cada kilo de arroz en cáscara a la semana

$$\text{Productividad M.P} = \frac{\text{producción total}}{\text{materia prima}}$$

$$\text{productividad M.P} = \frac{141078.88 \text{ kg/semana}}{176435,00 \text{ kg/semana}} = 0,80 \text{ kg}$$

3.4.3. Productividad de mano de obra

Personal involucrado en el proceso de producción.

3 tolveros

1 maquinista

1 palillero

4 llenadores y cargadores

Aquí se trabaja con 9 operarios, ya que con la aplicación de las herramientas obtuvimos como resultado demasiado tiempo ocio, y a la vez que se terminaba el contrato del trabajador y viendo las condiciones que labora, se decidió que ya no se renovará su contrato, ya que con las 9 personas es suficiente.

Sabiendo que se trabaja un turno de 10 horas, procedimos a calcular.

Tabla 30. Total de horas diarias

HORAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN DEL PERSONAL			
PUESTO	Nº DE OPERARIOS	HORAS DIARIAS	TOTAL HORAS DIARIAS
Tolveros	3	10	30
Polvillero	1	10	10
llenadores y cargadores	4	10	40
maquinista	1	10	10
TOTAL	9	10	90

Fuente: Molino San Francisco

En la tabla vemos que en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, tenemos un total de 100 horas diarias. Ahora multiplicamos las 100 horas diarias por los días laborales durante la semana para hallar la productividad de kg por hora/hombre.

El cálculo se realizó en base a la producción total entre el producto y sub productos en kg con relación a las horas semanales y la producción total.

Tabla 31. Productividad de mano de obra, después de la aplicación de las herramientas, abril – mayo 2019.

SEMANA	PRODUCCIÓN SEMANAL (kg)	HORAS DIARIAS	PRODUCTIVIDAD UNIDADES/H.H
1	176473,00	540	326,80
2	172194,00	450	382,65
3	96550,00	360	268,19
4	160755,00	540	297,69
5	84213,00	270	311,90
6	113042,00	360	314,01
7	145136,00	540	268,77
8	180268,00	540	333,83
PROMEDIO			312,98

Fuente: tabla 28. Control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019, Tabla N° 30: total de horas diarias

En la tabla observamos que logramos una productividad de mano de obra de 312,98 kg por hora hombre a la semana, esto debido a las mejoras implementadas en el en el área de producción del molino.

$$Productividad M.O = \frac{producción\ total}{mano\ de\ obra}$$

$$productividad\ M.O = \frac{141078,88\ kg/semana}{450,00\ h.\ diaria/semana} = 313\ kg/h$$

3.4.4. Contrastación de resultados

Teniendo los resultados de productividad de los 2 indicadores tanto de materia prima como de mano de obra procedemos a comparar los resultados obtenidos durante el periodo de estudio e investigación (8 enero – mayo 2019).

Productividad de materia prima

Tabla 32. Productividad de materia prima, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, febrero – marzo, abril 2019.

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD - MATERIA PRIMA			
SEMANA	PRODUCTIVIDAD ANTERIOR	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD
1	0,780686223	0,793529385	0,012843162
2	0,782263351	0,80232038	0,02005703
3	0,775383263	0,806599833	0,03121657
4	0,775573917	0,798782609	0,023208692
5	0,785266585	0,811769809	0,026503224
6	0,773241167	0,800240691	0,026999523
7	0,78419898	0,802388324	0,018189344
8	0,785248002	0,79189949	0,006651489
PROMEDIO	0,780232686	0,800941315	0,020708629

Fuente: tabla 6 y 28. Productividad de materia prima en kg, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C febrero – marzo, abril 2019.

Se observa que la productividad de materia prima en el área de producción, incremento ya que en el mes de enero- febrero había una productividad de materia prima de 0,78 kg. H/semanal y en los meses de abril mayo incremento a 0,80 kg. H /semanal. El cual se puede constatar en la siguiente imagen:

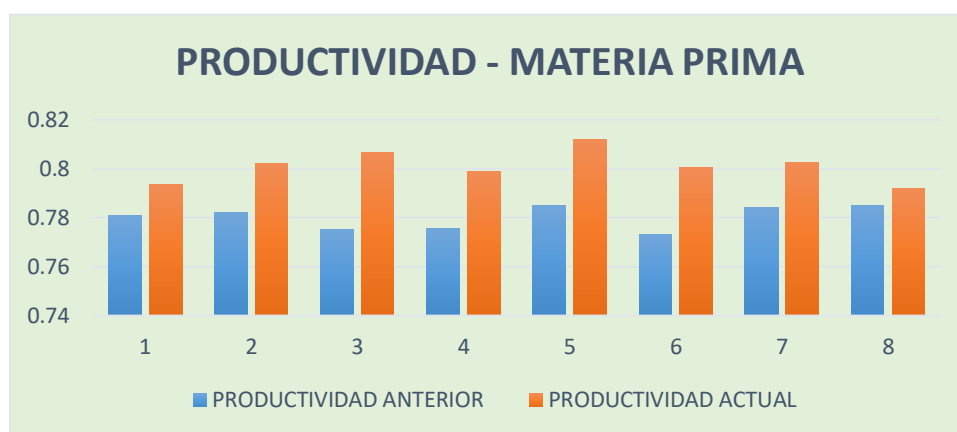


Figura 10. Comparación de productividad de materia prima antes y después.

Productividad de mano de obra

Tabla 33. Productividad de mano de obra, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril 2019.

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD - UNIDADES/H.H.			
SEMANA	PRODUCTIVIDAD ANTERIOR	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA
1	224,88	326,80	101,93
2	270,51	382,65	112,15
3	264,69	268,19	3,50
4	275,34	297,69	22,35
5	308,70	311,90	3,20
6	251,69	314,01	62,32
7	256,17	268,77	12,60
8	255,42	333,83	78,41
PROMEDIO	263,42	312,98	49,56

Fuente: tabla 8 y 31. Productividad mano de obra, antes y después de aplicar las herramientas, febrero - marzo y abril 2019

En la tabla se puede ver que el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, tiene una productividad de mano de obra en el mes de enero-febrero de 263,42 kg/por hora hombre, y para los meses de abril mayo obtuvimos 312,98 kg/por hora hombre, atreves de la aplicación de las mejoras. Y se puede apreciar en la siguiente imagen:

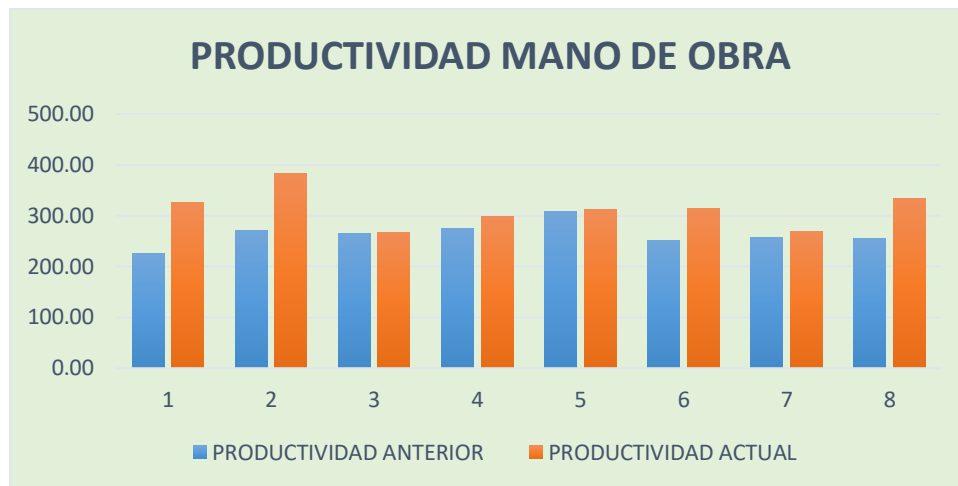


Figura 11. Productividad de mano de obra, después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril 2019

3.4.5. Análisis de prueba de normalidad

Para dar solución a la hipótesis planteada en esta investigación, utilizaremos la prueba estadística T-Student. Sin embargo, esta prueba tiene algunas consideraciones para su uso.

- El primer punto, el nivel de medición deber ser de intervalo o de razón, pues para nuestra investigación cumple ya que las variables son numéricas y de razón.
- El diseño es relacionado.
- Los datos deben seguir una distribución normal, para este punto es necesario aplicar una prueba estadística, la prueba de normalidad y el tipo de prueba es la Shapiro-Wilk, ya que la muestra es menor a 50.

Prueba de normalidad para los datos

Las hipótesis para la prueba de normalidad son las siguientes:

H_0 : Los datos obtenidos en la productividad del área de producción de la empresa MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C **siguen** una distribución normal.

H_1 : Los datos obtenidos en la productividad del área de producción de la empresa MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C **no siguen** una distribución normal.

Aplicando la prueba de Shapiro-Wilk en el software estadístico SPSS, se obtiene lo siguiente:

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
ProductAntes	,874	8	,165
ProductDesp	,968	8	,886

De los resultados obtenidos en la tabla anterior, tenemos que estadístico de prueba Shapiro-Wilk presenta un nivel de significación (Sig.) igual a 0.165, el cual es mayor que 0.05. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula; por lo cual tenemos que Los datos obtenidos en la productividad del área de producción de la empresa MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C **siguen** una distribución normal.

Prueba de hipótesis para la investigación

H₀: La aplicación de las herramientas de lean manufacturing **no incrementará** la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

H₁: La aplicación de las herramientas de lean manufacturing **incrementará** la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

Para dar resultado a la hipótesis planteada en esta investigación se utilizó la prueba T-Student para muestras relacionadas, para lo cual nos apoyamos en el programa estadístico SPSS.

En primera instancia, vamos a revisar los estadísticos descriptivos, de la siguiente tabla podemos observar que el índice de productividad después de la aplicación de las herramientas de lean manufacturing es mayor que antes de haber aplicado dicha herramienta. Sin embargo, debemos recurrir a la prueba de contraste de medias para verificar si esta diferencia es significativa.

Estadísticos de muestras relacionadas					
		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	ProductAntes	,7802327	8	,00484999	,00171473
	ProductDesp	,8009413	8	,00649300	,00229562

Ahora toca revisar la correlación existente entre las puntuaciones de ambos grupos, de esta manera nos permitirá conocer si estos dos grupos están relacionados.

De la siguiente tabla comprobamos que la correlación entre las puntuaciones del índice de la productividad del área de producción de la empresa MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO es de 0.841 y que la prueba de inferencia asociada es significativa ($0.02 < 0.05$); por lo cual concluimos que las puntuaciones del índice de productividad en los dos momentos están relacionadas.

Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 ProductDesp y ProductAntes	8	,841	,020

Finalmente, la siguiente tabla nos proporciona la prueba t para muestras relacionadas, lo cual nos va a permitir dar respuesta a la hipótesis de nuestra investigación.

De dicha tabla se observamos que la diferencia entre las medias es de 0.0207086 y que el límite aceptable está comprendido entre los valores de 0.01396057 y 0.02745669. Como podemos dar cuenta la diferencia se encuentra dentro de ese intervalo, por lo tanto, asumimos que las medias son diferentes.

También encontramos que el estadístico t tiene un valor de 7.257 con un nivel de significación de 0.000. Dado que este valor es menor que 0.025 ($0.05/2=0.025$ contraste bilateral), por lo tanto, hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias.

La aplicación de las herramientas de lean manufacturing **incrementa** la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 ProductDesp - ProductAntes	,0207086	,00807164	,00285376	,01396057	,02745669	7,257	7	,000

IV. DISCUSIÓN

- En el proceso de mejora de esta investigación, aplicada al Molino San Francisco S.A.C. realizamos la descripción del proceso de pilado de arroz que se realiza en el área de producción, se realizó un diagrama de análisis de proceso obteniendo 15 actividades en total conformada por 10 operaciones, 2 inspecciones y 3 demoras, teniendo un porcentaje de actividades productivas de 82% y 18% improductivas, este resultado es similar a la investigación de Ramos y Tantaléan (2018) que obtuvo un porcentaje de actividades productivas de 70% al realizar el diagnóstico de sus procesos, al aplicar las herramientas de diagnóstico diagrama de causa – efecto y diagrama de Pareto para identificar las causas de la baja productividad (Ver Figura 2) se obtuvo que el 80% del porcentaje acumulado es causado por el desorden en el área de trabajo, falta de limpieza y organización en el área y horas máquinas paradas, coincide con el estudio realizado por Aguilar (2018) que al realizar el diagrama de Pareto dedujo que el 80% del porcentaje acumulado es causado por la mano de obra, la maquinaria y el medio ambiente, que ocasionan retraso de la producción y la entrega inoportuna del producto final.
- Con el diagnóstico realizado al proceso y con la identificación de las causas de la baja de productividad se escogieron de forma adecuada las herramientas a implementar en la empresa molino agroindustrial San Francisco SAC, las cuales fueron la metodología 5S's, SMED y TPM. El uso de las 5'S permitió proponer mejoras en la clasificación, limpieza y orden en el área de trabajo para evitar pérdidas de tiempo en la localización de las herramientas y elementos necesarios para las tareas diarias, así como mantener en los puestos de trabajo solo lo necesario y evitar accidentes por la presencia de objetos que obstaculizan las labores, esto es similar a la investigación de Concha y Barahona obteniendo resultados favorables, con la planificación de las 5S logro el mínimo impacto en el paro de la producción debido a la capacitación, implementación y evaluación de las mismas. Ya habiendo realizado las 5 S nos es más fácil aplicar del sistema SMED, ya pudimos identificar con mayor claridad las actividades y el tiempo que se toma para realiza una operación. Con mejor la aplicación del SMED logramos reducir el tiempo de parada de la máquina descascaradora causado por el cambio de rodillo de jebe desgastado por uno nuevo, reduciendo en un 74% de tiempo de

las tareas que ejecuta el trabajador habitualmente, para este sistema realizamos el DAP (ver figura nº 7) y un estudio de tiempo para poder identificar el tiempo exacto de proceso que se daba en ese momento (ver tabla nº 18). Para Namuche, la aplicación del SMED en su investigación, le ayudo a aumentar la productividad por que logro disminuir los tiempos en el cambio de máquinas y los cuellos de botella al igual que a nosotros, cabe de señalar que en dicho estudio a comparación de nuestra investigación sólo se aplicó un estudio de tiempos, sin antes haber realizado un diagrama de actividades donde nos muestra lo que realiza el trabajador, por tal motivo no es adecuado porque se necesita realizar un cálculo del número de observaciones necesarias para el estudio de tiempos y así lograr tener una mejor exactitud.

Ramos y Tantalean planteó la implementación del TPM en una empresa procesadora de arroz, con la implementación se lograron resultados tangibles en las operaciones: mejora del porcentaje de la métrica eficiencia global de los equipos de 74% a 83%. En nuestra investigación realizada el porcentaje del indicador métrico inicial OEE es de 59% si lo comparamos con el porcentaje inicial de 74 % de la investigación de Ramos y Tantalean está por encima de nuestro resultado obtenido, creemos que con la implementación del TPM en la empresa San Francisco S.A.C se aumente al menos en un 15 % el indicador del OEE según nuestra realidad empresarial.

- Después de la implementación de las herramientas lean manufacturing seleccionadas se midió los recursos correspondientes a mano de obra y materia prima durante 8 semanas, obteniendo un aumento de productividad en cada semana, nuestra productividad de mano aumento en un 18% y la productividad de materia prima logro aumentar en un 2%, esto fue corroborado estadísticamente. Esto se debió al aumento de producción de arroz pilado. Al igual que Aguilar también obtuvo mejoras de productividad el cual se refleja en el aumento de 3,23% H.H. Así mismo Ramos y Tantalean en su investigación obtuvieron un aumento de la productividad de materia prima de 0,57 kg/sol a 0,63 kg/sol y en productividad de mano de obra de 1.85 sacos/H.H a 1.93 sacos/H.H.

-

V. CONCLUSIONES

Ya habiendo aplicado las herramientas y obteniendo los resultados de los mismos, concluimos con lo siguiente:

El diagnóstico realizado en dicha empresa, nos facilitó para poder seleccionar las herramientas adecuadas de lean manufacturing y en base a ellos las actividades a realizar, con la aplicación de cada herramienta 5S, el TPM, y el SMED, apoyándonos en el diagrama de Ishikawa, seguido la matriz de priorización, el diagrama de operaciones y diagrama de análisis de actividades, identificando las actividades innecesarias e inapropiadas. En el diagnóstico se pudo conocer que los problemas que han afectado a la empresa están vinculados con la higiene y orden en el área de trabajo, las frecuentes paradas de las máquinas ocasionando tiempos muertos y la falta de un mantenimiento preventivo. El diagrama de análisis permitió mejorar las actividades, el cual no se encontraba en un 100% total de productividad siendo solo el 82% actividades productivas y el 18% actividades improductivas.

En lo respecto a los índices de productividad antes de aplicar las herramientas de lean manufacturing y de acuerdo al análisis documental realizado en base a la mano de obra y materia prima durante 8 semanas correspondientes a 2 meses, se obtuvo en promedio que la productividad de mano de obra es de 263 kg/H - H a la semana y con respecto a la materia prima es de 0,78 Kg de arroz/Kg de arroz cascara.

Teniendo como base el conocimiento de la problemática y las herramientas lean manufacturing, se diseñó la propuesta de investigación teniendo en cuenta la metodología 5S, la aplicación del check list de las 5S en un principio, determino las condiciones de trabajo y la ejecución de las labores; con lo que se reducirá los tiempos de traslado y búsqueda de herramientas mejorando el orden en el área al igual que la limpieza y la organización. , Así mismo la herramienta SMED nos permitió reducir el tiempo, al momento de cambio de los rodillos de jebe en la máquina descascaradora, para el cual tuvimos que identificar y separar las actividades internas de las externas que no generan valor al realizar el cambio de rodillos, hicimos nuestro DAP, toma de tiempos de SMED y por último se hizo otra toma de tiempos con las nuevas actividades internas, reduciendo tiempo de las actividades externas. Con esta herramienta ganamos tiempo para el proceso de producción del arroz. Ya que antes se demoraba 20 minutos con 41 segundos y después de la mejora bajo a 15 minutos con 9 segundos, reduciendo 5 minutos con 32 segundos

de tiempo; Siendo 9 minutos con 77 segundos la mejora del SMED. Y con el TPM se aumentó la disponibilidad de los equipos, reduciendo las paradas de las máquinas, mediante el desarrollando de programa de mantenimiento planificado lo que significa un ahorro para la empresa; ya que el cálculo de eficiencia global de los equipos en un principio era de 59%, lo que significaba que la disponibilidad y el rendimiento no eran los resultados que la empresa requería, afectando la productividad de materia prima ya que no se producía lo esperado y aparte que se ocasionaba desperdicio y pérdida del arroz en todo el proceso.

Habiendo realizado en un principio el diagnóstico de la problemática del molino, el calculado de productividad actual y después de aplicar las herramientas mencionadas anteriormente. Se realizó el diagnóstico de la productividad después de la mejora mediante un análisis documentario de 8 semanas teniendo un aumento significativo, en lo que respecta a materia prima; el nuevo índice de productividad es de 0.80 Kg de arroz pilado/1Kg de arroz cascara y el índice de productividad de mano de obra es 313 kg/H - H a la semana.

Así mismo al determinar el efecto de la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la productividad materia prima y mano de obra en el proceso de producción de arroz en el Molino San Francisco S.A.C, mediante la prueba de normalidad podemos decir que La aplicación de las herramientas de lean manufacturing **incrementa** la productividad en el área de producción del MOLINO AGROINDUSTRIAL SAN FRANCISCO S.A.C. 2018.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un diagnóstico mensual para ver el estado en que se encuentra el área de producción, mediante material didáctico que sea útil para los momentos que se requiera, como por ejemplo un DOP establecido para informar cual es el proceso a seguir.
- Se recomienda realizar un seguimiento de los recursos de la empresa para que la gerencia tenga conocimiento si se están aprovechando los recursos utilizados ya sean recurso humano, materia prima, energía, etc.
- Se recomienda capacitar a la alta dirección en lo que respecta a la filosofía de trabajo lean manufacturing y sus herramientas, y explicar los beneficios que tiene implementar cada una de las herramientas, y sensibilizar a los trabajadores y comprometerse a realizar las actividades necesarias para el mantenimiento de las técnicas aplicadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

A. Libros

Carro, Roberto y Gonzáles, Daniel. 2012. *Productividad y Competitividad*. Argentina : Universidad de Mar del Plata, 2012.

Dounce, Enrique. 2014. La productividad en el mantenimiento industrial. México : Patria, S.A, 2014. ISBN:978-607-438-924-1.

Garcia, Alfonso. 2011. Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria. México : Trillax, 2011. pág. 402. ISBN:9786071707338..

Hernández , Juan y Vizán, Antonio. 2013. Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid : Fundación eoi, 2013. ISBN:978-84-15061-40-3.

Madariaga, Francisco. 2013. Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. España : Bubok Publishing S.L, 2013. ISBN:978-84-686-2815-8.

López, Jorge. 2013. Productividad [en línea]. EE.UU: Liberty Drive, 2013. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2018]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?Id=K7DDWeLQ7QUC&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Rajadell, Manuel y Sánchez, José. 2010. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid : Díaz de Santos , 2010. ISBN:978-84-7978-967-1.

Rodríguez, José. 2010. Manual Estrategia de las 5S. Gestión para la mejora continua. Honduras : Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2010.

Schroeder, Roger, Goldstein, Susan y Rungtusanatham, Johnny. 2011. Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2011. ISBN:978-607-15-0600-9.

B. TESIS

Chávez, Isacc. Implementación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad de mano de obra del área de producción de la empresa de calzado Marly S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo. 2014

Concha, Jimmy y Barahona, Byron. Mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CIA. LTDA en base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del lean manufacturing. Tesis (Ingeniero Industrial) Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013.

Cubas, Kiara y Riojas, Milagros. Implementación de un plan de acción en el marco de lean manufacturing, para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa lalange – Lambayeque, 2015. Tesis (Ingeniería Industrial). Lambayeque: Universidad Señor de Sipán. 2015

Cruz, Luis. Aplicación de lean manufacturing en un proceso de limpieza de pescado para incrementar la productividad de la mano de obra. Tesis (Ingeniería Industrial). Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral. 2016

Merlo, Jonelly e Ojeda, Ingrid. Propuesta de implementación de las herramientas lean manufacturing en la producción de pastas gourmet en la empresa maquila agro industrial Import & Export S.A.C para mejorar su productividad. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte. 2017

Namuche, Victor y Zare, Richard. Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016. Tesis (Ingeniería Industrial). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2016

C. LINKOGRAFÍA

Ministerio de Agricultura y Riego. La Agroindustria Molinera. 2015 [fecha de consulta: 10 octubre de 2018]. Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/datero/26-sector-agrario/arroz/223-la-agroindustria-molinera>

ANEXO

A. Tablas

Anexo A – N° 1

Tabla 1. Operacionalización de variables Molino San Francisco S.A.C.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Lean Manufacturing (Variable Independiente)	La filosofía lean manufacturing es un nuevo modelo que organiza y gestiona el sistema de fabricación lo cual que involucra personas, materiales, maquinaria y métodos que buscan mejorar la eficiencia y calidad mediante la disminución constante de los distintos desperdicios. (Madariaga, 2013, pág. 25)	Herramienta 5S Selecciona, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina	% de cumplimiento de cada S	Razón
		SMED (Single minuto Exchange of die) Cambio de matriz en menos de 10 minutos. Técnica cuyo objetivo es la reducción de los tiempos de preparación de máquina	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad. C= Tiempo de cambio promedio. TP= Tiempo promedio para elaborar una unidad. N= Cantidad de unidades a producir.	Razón
		TPM Mantenimiento productivo total	$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$	Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Productividad (Variable Dependiente)	Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. (García, 2011, pág. 17)	Productividad de Mano de Obra	$\text{Product. Mano de obra} = \frac{\text{producción}}{\text{mano de obra}}$	Razón
		Productividad materia prima	$\text{Product. Materia prima} = \frac{\text{producción}}{\text{mano prima}}$	Razón

Fuente: elaboración propia.

Anexo A – N° 2

Tabla 2. Matriz de priorización

Nº	CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD	FRECUENCIA DE VECES	% DE FRECUENCIA DE VECES	FRECUENCIA DE VECES ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
1	inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo	48	16,67%	48	16,67%
2	desorden en el área de trabajo	43	14,93%	91	31,60%
3	falta de limpieza en el área	43	14,93%	134	46,53%
4	falta de organización	39	13,54%	173	60,07%
5	horas máquinas paradas	30	10,42%	203	70,49%
6	desperdicio de materia prima y producto terminado	29	10,07%	232	80,56%
7	maquinas defectuosas con averías	20	6,94%	252	87,50%
8	tiempos no estandarizados	19	6,60%	271	94,10%
9	acumulación de productos terminados	9	3,13%	280	97,22%
10	exceso de horas de trabajo	8	2,78%	288	100,00%

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 17

Tabla 3. Cursograma analítico de pilado de arroz, Molino San Francisco 2019.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen			
Proceso: Descripción del Pilado de Arroz Actividad: Llenar, limpieza, descascarar, clasificar, pulido, selección, y envasado. Método: ACTUAL Lugar: Molino San Francisco S.A.C Diagramador: Chegne Donato, Jarol & Lezama Hueta, Milagros			Actividad			Actual	
			Operación Transporte Espera Inspección Almacenamiento				
						-	
Descripción	Tiempo	Símbolo					Observaciones
		○	□	D	➡	▽	
Ingreso de la Materia Prima	27.11	●					-
Análisis de humedad	2.30		●				El operario pierde mucho tiempo en buscar el medidor de humedad en el almacen
Secado natural	376.72			●			En esta actividad se presenta un cuello de botella
Vaciado del arroz a la pampa	21.68	●					Materia primas por los suelos)
Llenado de los sacos	24.64			●			Uso de pajarrafas
Análisis de calidad	2.27		●				El operario se demora en registrar el arroz en cáscara
Tolva	43.98			●			Sacos de arroz en cáscara rotos
Pre-Limpieza	1.29	●					Mala ubicación de EPPs
Descascarado	0.51	●					Averías en las Descascaradoras
Clasificación	0.52	●					Falla de máquinas
Pulido	1.48	●					Falla en los conos pulidores
Abrillantado	2.33	●					Falla en la abrillantadora
Clasificación por tamaño	1.24	●					Falla de maquina Rotary Syster
Selección por Color	6.59	●					Averías en la Selectora
Envasado	0.34	●					Desorden, Proceso inapropiados
Total		10	2	3			

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 4

Tabla 4. Control de producción de arroz en sacos, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ POR SEMANA – SACOS								
SEMANA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	2469,00	1957,00	279,00	57,00	42,00	119,00	367,00	2821,00
2	2964,00	2280,00	374,00	96,00	49,00	137,00	461,00	3397,00
3	2926,00	2151,00	430,00	153,00	83,00	109,00	386,00	3312,00
4	3043,00	2300,00	373,00	209,00	48,00	115,00	400,00	3445,00
5	2808,00	2008,00	444,00	116,00	92,00	148,00	419,00	3227,00
6	2325,00	1725,00	350,00	97,00	59,00	94,00	298,00	2623,00
7	2800,00	2056,00	297,00	163,00	94,00	117,00	502,00	3229,00
8	2788,00	2156,00	328,00	111,00	56,00	110,00	449,00	3210,00

Fuente: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

Anexo B – N° 5

Tabla 5. Control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ POR SEMANA – KG								
SEMANA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	172830,00	95893,00	13671,00	2793,00	2058,00	5831,00	14680,00	134926,00
2	207480,00	111720,00	18326,00	4704,00	2401,00	6713,00	18440,00	162304,00
3	204820,00	105399,00	21070,00	7497,00	4067,00	5341,00	15440,00	158814,00
4	213010,00	112700,00	18277,00	10241,00	2352,00	5635,00	16000,00	165205,00
5	196560,00	98392,00	21756,00	5684,00	4508,00	7252,00	16760,00	154352,00
6	162750,00	84525,00	17150,00	4753,00	2891,00	4606,00	11920,00	125845,00
7	196000,00	100744,00	14553,00	7987,00	4606,00	5733,00	20080,00	153703,00
8	195160,00	105644,00	16072,00	5439,00	2744,00	5390,00	17960,00	153249,00

Fuente: Tabla 4: control de producción de arroz en sacos, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

Anexo A – N° 6

Tabla 6. Productividad de materia prima en kg, antes de la aplicación, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C del 07 de enero al 02 de marzo 2019.

SEMANA	ARROZ CÁSCARA (kg.)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL
1	172830,00	134926,00	0,780686223
2	207480,00	162304,00	0,782263351
3	204820,00	158814,00	0,775383263
4	213010,00	165205,00	0,775573917
5	196560,00	154352,00	0,785266585
6	162750,00	125845,00	0,773241167
7	196000,00	153703,00	0,78419898
8	195160,00	153249,00	0,785248002
PROMEDIO			0,780232686

Fuente: tabla 5: control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo - 2019.

Anexo A – N° 7

Tabla 7. Total de horas diarias

HORAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN DEL PERSONAL			
PUESTO	Nº DE OPERARIOS	HORAS DIARIAS	TOTAL HORAS DIARIAS
tolveros	3	10	30
polvillero	1	10	10
llenadores y cargadores	5	10	50
maquinista	1	10	10
TOTAL	10	10	100

Fuente: Molino San Francisco, 2019

Anexo A – N° 8

Tabla 8. Productividad mano de obra, antes de aplicar las herramientas, 2019.

SEMANA	PRODUCCIÓN SEMANAL	HORAS HOMBRE SEMANAL	PRODUCTIVIDAD KG/H.H
1	134926,00	600	224,88
2	162304,00	600	270,51
3	158814,00	600	264,69
4	165205,00	600	275,34
5	154352,00	500	308,70
6	125845,00	500	251,69
7	153703,00	600	256,17
8	153249,00	600	255,42
PROMEDIO			263,42

Fuente: Tabla 5: control de producción de arroz en kg, 07 de enero al 02 de marzo – 2019.

Tabla 7: total de horas diarias

Anexo A – N° 9

Tabla 9. Puntuación de la evaluación 5S's

Guía de calificación
0 = Muy Malo
1 = Mal
2 = Regular
3 = Bueno
4 = Muy Bueno

Fuente: Elaboración propia

Anexo A – N° 11*Tabla 11. Resumen de la evaluación 5 S*

5S	Primera toma	
CLASIFICAR	6	30%
ORDEN	4	20%
LIMPIEZA	5	25%
ESTANDARIZAR	3	15%
DISCIPLINA	3	15%
TOTAL	21	21%

Fuente: tabla N° 10: Evaluación inicial, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, marzo 2019

Anexo A – N° 12*Tabla 12. Cuadro de tarjetas rojas.*

Área	Producción			Fecha
Responsable	Chegne Donato – Lezama Hueta			
Nombre del elemento	Cantidad	Estado	Ubicación	Acción sugerida
Carretillas	1	Mal estado	Suelo	Eliminar
Palanas	2	Mal estado	Suelo	Eliminar
Tuercas	10	Mal Estado	Suelo	Eliminar
Herramientas de soldar	1	-	Suelo	Reubicar
Mochilas	1	-	Suelo	Reubicar
Caja de herramientas	1	Mal estado	Suelo	Reparar
Guantes	1	Sucios y Mal Estado	Suelo	Eliminar
Cargadores de celular	1	-	Sobre una de las maquinas	Reubicar
Brochas	2	-	Suelo	Reubicar
Cartones	2	-	Suelo	Reciclar
Sacos	3	Sucios y mal estado	Suelo	Eliminar
Conos de cintas adhesivas	2	Material gastado	Suelo	Eliminar
Baldes	3	Sucios	Suelo	Reciclar
Cascos	2	-	Sobre una de las maquinas	Reciclar

Fuente: Elaboración propia

Anexo A– N° 13

Tabla 13. Limpieza diaria

	Horario
Limpieza medio turno	12:45 a.m. – 13:00 p.m.
Limpieza final	17:10 p.m. – 17:30 p.m.

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 14

Tabla 14. Evaluación de las 3 primeras S

Departamento		Fecha	
Evaluador(es)			
Aplicación de 3S	Punto de observación		Puntuación
SEIRI	Se eliminan los objetos innecesarios		
SEITON	Se observa orden y rotulación en el área		
SEISO	Se mantiene limpio el área de trabajo, maquinaria y otros		
Puntaje total			
Puntaje total	Nivel		
0 – 2	Insatisfactorio		
3 – 5	Regular		
6 – 7	Bueno		
8 – 9	Excelente		

Fuente: Rajadell y Sanchez, 2010.

Anexo A – N° 16

Tabla 16. Lista de preparación interna, externa

LSTA DE PREPARACION INTERNA Y EXTERNA	
interna	Externa
apagar máquina	
desentornillar máquina descascaradora	buscar desarmador
sacar tapa de la máquina	
retirar producto de la máquina	llevar a la tolva
Limpiar	buscar trapo
retirar rodillo	
colocar nuevo rodillo	
colocar tapa	
buscar pernos	buscar llaves
ajustar	inspeccionar
encender máquina	esperar

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 17

Tabla 17. Tiempos observados (Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C) para el SMED

ACTIVIDADES	SEMANA 1		SEMANA 2		PROMEDIO GENERAL
	DESCASCARADORA 1	DESCASCARADORA 2	DESCASCARADORA 1	DESCASCARADORA 2	
sacar rodillo de la caja	1	1,03	1,05	1,2	1,07
llevar rodillo nuevo a la descascaradora	3	3,15	3,1	3,15	3,10
apaga maquina	2,01	1,58	2,02	1,59	1,80
traer al desarmador	0,5	0,59	0,49	0,57	0,54
desentornillar máquina	0,3	0,31	0,28	0,31	0,30
quitar tapa de la máquina	0,15	0,17	0,18	0,16	0,17
retirar producto	2,05	2,22	2,1	2,15	2,13
llevar a la tolva	4	3,57	3,59	4,1	3,82
buscar y traer trapo	1,15	1,3	1,01	1,07	1,13
Limpiar	0,49	0,59	0,53	0,5	0,53
retirar rodillo desgastado	0,5	0,52	0,49	0,53	0,51
Limpiar	0,35	0,48	0,42	0,39	0,41
colocar nuevo rodillo	0,4	0,59	0,45	0,47	0,48
tapar máquina	0,25	0,2	0,23	0,19	0,22
traer perno	0,1	0,12	0,11	0,1	0,11
colocar perno	0,12	0,1	0,12	0,13	0,12
traer llave	0,25	0,23	0,3	0,29	0,27
ajustar tapa	0,1	0,13	0,11	0,11	0,11
verificar que este bien cerrado la tapa	0,15	0,11	0,13	0,1	0,12
ir a prender la maquina	3	2,54	2,58	3,01	2,78
encender máquina	0,15	0,16	0,15	0,14	0,15
Esperar	0,55	0,59	0,57	0,53	0,56
TOTAL					20,41

Fuente: Molino San Francisco

Anexo A – N° 18

Tabla 18. Cambios rápidos, Molino San Francisco

ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES INTERNAS	ACTIVIDADES EXTERNAS
sacar rodillo de la caja	1,07	1,07	
llevar rodillo nuevo a la descascaradora	3,10	3,10	
apaga máquina	1,80	1,80	
traer al desarmador	0,54	0,54	
desentornillar máquina	0,30	0,30	
quitar tapa de la máquina	0,17	0,17	
retirar producto	2,13	2,13	
llevar a la tolva	3,82		3,82
buscar y traer trapo	1,13		1,13
Limpiar	0,53	0,53	
retirar rodillo desgastado	0,51	0,51	
Limpiar	0,41	0,41	
colocar nuevo rodillo	0,48	0,48	
tapar máquina	0,22	0,22	
traer perno	0,11		0,11
colocar perno	0,12	0,12	
traer llave	0,27		0,27
ajustar tapa	0,11	0,11	
verificar que este bien cerrado la tapa	0,12	0,12	
ir a prender la máquina	2,78	2,78	
encender máquina	0,15	0,15	
Esperar	0,56	0,56	
TOTAL	20,41	15,09	5,32

Fuente: tabla 18: Tiempos observados (Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C) para el SMED

Anexo A – N° 20

Tabla 20. Pasos para la implementación del TPM

FASE	ETAPA	ETAPA DE GESTIÓN
PREPARACIÓN	Decisión de aplicar el TPM en la empresa	Realizar capacitaciones
	Información Sobre el TPM	Realizar capacitaciones con todos los trabajadores para hacer conocimiento sobre el TPM
	Estructura Promocional del TPM	Crear grupos delegando responsabilidades que se encarguen de la implementación
INTRODUCCIÓN	Arranque Formal del TPM	La gerencia hace aviso de manera formal de la implementación del TPM
IMPLANTACIÓN	Mejorar la efectividad del equipo	Realizar un análisis de criticidad
	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	Realizar tareas de mantenimiento básicas (ajuste de tuercas, lubricación y limpieza)
	Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Realizar mantenimientos según la frecuencia de la falla con relación al buen funcionamiento.
	Formación para elevar las capacidades	Capacitar al personal para elevar las capacidades de cada uno.

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 21*Tabla 21. Tiempos perdidos*

Máquinas (paradas)		
Fecha	Ocurrencia	Tiempo (min)
02/01/19	Atoro de pajilla	30
04/01/19	Paro por corte de electricidad tablero de control	60
05/01/19	Atoro del elevador por impurezas	25
09/01/19	Reparación Descascaradora	120
11/01/19	Atoro descascaradora	20
14/01/19	Se rompió la unión de la esclusa de pajilla	60
17/01/19	Cambio de elevador	45
24/01/19	Atascamiento de arroz en la mesa paddy	35
25/01/19	Se atascó el tubo alimentador	30
26/01/19	Atoro del elevador por impurezas	35
05/02/19	Falla del motor sin fin	30
08/02/19	Limpieza y ajuste de rodillos en descascaradora	60
11/02/19	Atoro del elevador	45
20/02/19	Problema con el circuito eléctrico de la descascaradora	45
22/02/19	Se aflojaron los pernos de la mesa paddy	31
TOTAL		558

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 22*Tabla 22. Jornada laboral*

Horario	Horas	Trabajo
7:00 a.m. – 6:00 p.m.	10 horas	Producción
Total	10 horas	Por 1 día
Total	60 horas	Por 6 días

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

Anexo A – N° 23

Tabla 23. Tiempo disponible neto

Periodo		Tiempo Disponible	Tiempo por fallas	Tiempo de preparación
Mes 1	Semana 1	3600	115	180
	Semana 2	3600	140	180
	Semana 3	3600	105	180
	Semana 4	3600	100	180
Mes 2	Semana 1	3600	90	180
	Semana 2	3600	45	180
	Semana 3	3600	76	180
	Semana 4	3600	-	180

Fuente: Elaboración propia

Anexo A – N° 24

REGISTRO EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS								
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo disponible (TD)	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Paradas de máquinas (min)	295	320	285	280	270	225	256	180
Tiempo operativo (TO)	3305	3280	3315	3320	3330	3375	3344	3420
Producción programada (PP)	252000	252000	252000	252000	252000	252000	252000	252000
Producción real (PR)	134926	162304	158814	165205	154352	125845	153703	153249
Sacos rechazados	-	-	-	-	-	-	-	-
Producción buena (PB)	134926	162304	158814	165205	154352	125845	153703	153249
Disponibilidad (TO/TD)	0.92	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.93	0.95
Rendimiento (PR/PP)	0.54	0.64	0.63	0.66	0.61	0.50	0.61	0.61
Calidad (PB/PR)	1.00	1	1	1	1	1	1	1
OEE	0.49	0.59	0.58	0.60	0.57	0.47	0.57	0.58
PROMEDIO	0.56							

Tabla 24. Eficiencia Global de los Equipos

Fuente: Elaboración Propia

Anexo A – N° 25

Tabla 25. Lista de equipos/maquinas

EQUIPO	Cantidad	Estado
Descascaradora	2	Operativo
Dosificador	1	Operativo
Mesa Paddy súper Brix	1	Operativo
Despedregador	1	Operativo
Conos	4	Operativo
Zaranda Mezclador	3	Operativo
Cilindro Calibrador	1	Operativo
Clasificadora	1	Operativo
Selectora por color	1	Operativo
Elevadores	13	Operativo
Ventilador polvillo	1	Operativo
Ciclón	4	Operativo
Sin fin	2	Operativo
Esclusa polvillo	1	Operativo
Esclusa de pajilla	1	Operativa

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

Anexo A – N° 26

Tabla 26. Cálculo de criticidad

Equipo	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto en la seguridad ambiental y humana	Consecuencia	Criticidad
Descascaradora 1	4	10	5	2	2	54	216
Descascaradora 2	4	10	5	2	2	54	216
Dosificador	3	1	1	1	1	3	9
Mesa Paddy	3	10	5	2	2	54	162
Despedregador	3	8	4	2	2	36	108
Conos	2	6	4	1	1	26	52
Zaranda Mezclador 1	3	8	2	1	1	18	54
Zaranda Mezclador 2	3	8	2	1	1	18	54
Zaranda Mezclador 3	3	8	2	1	1	18	54
Cilindro Calibrador	3	8	2	1	1	18	54
Clasificadora	3	10	4	2	2	44	132
Selectora por color	3	10	5	2	2	54	162
Elevadores	4	6	3	1	2	21	84
Ventilador de polvillo	2	3	3	1	2	12	24
Ciclón	2	3	3	1	2	12	24
Sin Fin	2	3	3	1	0	10	20
Pre Limpia	4	10	5	2	4	56	224
Esclusa de polvillo	2	3	3	1	0	10	20

Fuente: Molino San Francisco S.A.C

Anexo A – N° 27

Tabla 27. Control de producción de arroz en sacos, abril – mayo 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ SEMANAL – SACOS								
FECHA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	3177,00	2475,00	371,00	125,00	64,00	142,00	520,00	3697,00
2	3066,00	2262,00	539,00	55,00	70,00	140,00	549,00	3615,00
3	1710,00	1382,00	144,00	52,00	39,00	93,00	319,00	2029,00
4	2875,00	2244,00	321,00	116,00	61,00	133,00	497,00	3372,00
5	1482,00	1149,00	195,00	36,00	28,00	69,00	296,00	1773,00
6	2018,00	1597,00	236,00	45,00	59,00	81,00	354,00	2372,00
7	2584,00	2033,00	290,00	103,00	51,00	107,00	463,00	3047,00
8	3252,00	2296,00	571,00	193,00	71,00	121,00	523,00	3775,00

Fuente: Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

Anexo A – N° 28

Tabla 28. Control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE ARROZ EN KG – SACOS								
FECHA	ARROZ CÁSCARA	ARROZ PILADOS	DESCARTE	ARROZ 3.4	ARROZ MEDIO	ÑELEN	POLVILLO	PRODUCCIÓN TOTAL
1	222390,00	121275,00	18179,00	6125,00	3136,00	6958,00	20800,00	176473,00
2	214620,00	110838,00	26411,00	2695,00	3430,00	6860,00	21960,00	172194,00
3	119700,00	67718,00	7056,00	2548,00	1911,00	4557,00	12760,00	96550,00
4	201250,00	109956,00	15729,00	5684,00	2989,00	6517,00	19880,00	160755,00
5	103740,00	56301,00	9555,00	1764,00	1372,00	3381,00	11840,00	84213,00
6	141260,00	78253,00	11564,00	2205,00	2891,00	3969,00	14160,00	113042,00
7	180880,00	99617,00	14210,00	5047,00	2499,00	5243,00	18520,00	145136,00
8	227640,00	112504,00	27979,00	9457,00	3479,00	5929,00	20920,00	180268,00

Fuente: Tabla N° 27: control de producción de arroz en sacos, abril – mayo 2019.

Anexo A – N° 29

Tabla 29. Productividad de materia prima, después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril - mayo 2019.

SEMANA	ARROZ CÁSCARA (kg.)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	PRODUCTIVIDAD SEMANAL
1	222390,00	176473,00	0,793529385
2	214620,00	172194,00	0,80232038
3	119700,00	96550,00	0,806599833
4	201250,00	160755,00	0,798782609
5	103740,00	84213,00	0,811769809
6	141260,00	113042,00	0,800240691
7	180880,00	145136,00	0,802388324
8	227640,00	180268,00	0,79189949
PROMEDIO			0,800941315

Fuente: tabla 28: control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019.

Anexo A – N° 30

Tabla 30. Total de horas diarias

HORAS DIARIAS DE PRODUCCIÓN DEL PERSONAL			
PUESTO	Nº DE OPERARIOS	HORAS DIARIAS	TOTAL HORAS DIARIAS
tolveros	3	10	30
Polvillero	1	10	10
llenadores y cargadores	4	10	40
maquinista	1	10	10
TOTAL	9	10	90

Fuente: Molino San Francisco

Anexo A – N° 31

Tabla 31. Productividad de mano de obra, después de la aplicación de las herramientas, abril – mayo 2019.

SEMANA	PRODUCCIÓN SEMANAL (kg)	HORAS DIARIAS	PRODUCTIVIDAD UNIDADES/H.H
1	176473,00	540	326,80
2	172194,00	450	382,65
3	96550,00	360	268,19
4	160755,00	540	297,69
5	84213,00	270	311,90
6	113042,00	360	314,01
7	145136,00	540	268,77
8	180268,00	540	333,83
PROMEDIO			312,98

Fuente: tabla 28: control de producción de arroz en kg, abril – mayo 2019, Tabla N° 30: total de horas diarias

Anexo A – N° 32

Tabla 32. Productividad de materia prima, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, febrero – marzo, abril 2019.

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD - MATERIA PRIMA			
SEMANA	PRODUCTIVIDAD ANTERIOR	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD
1	0,780686223	0,793529385	0,012843162
2	0,782263351	0,80232038	0,02005703
3	0,775383263	0,806599833	0,03121657
4	0,775573917	0,798782609	0,023208692
5	0,785266585	0,811769809	0,026503224
6	0,773241167	0,800240691	0,026999523
7	0,78419898	0,802388324	0,018189344
8	0,785248002	0,79189949	0,006651489
PROMEDIO	0,780232686	0,800941315	0,020708629

Fuente: tabla 6 y 28: productividad de materia prima en kg, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C febrero – marzo, abril 2019.

Anexo A – N° 33

Tabla 33. Productividad de mano de obra, antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril 2019.

CUADRO DE PRODUCTIVIDAD - UNIDADES/H.H.			
SEMANA	PRODUCTIVIDAD ANTERIOR	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA
1	224,88	326,80	101,93
2	270,51	382,65	112,15
3	264,69	268,19	3,50
4	275,34	297,69	22,35
5	308,70	311,90	3,20
6	251,69	314,01	62,32
7	256,17	268,77	12,60
8	255,42	333,83	78,41
PROMEDIO	263,42	312,98	49,56

Fuente: tabla 8 y 31: productividad mano de obra, antes y después de aplicar las herramientas, febrero - marzo y abril 2019

Anexo A – N° 34

Tabla 34. Programa de mantenimiento

MÁQUINA	ACCIÓN	INTERVALO
DESCASCARADORA	Inspección del regulador del brazo móvil	Mensual
	Inspección del regulador y nanómetro de presión	Mensual
	Verificación del estado del motor	Mensual
	Verificación de los cilindros neumáticos	Semanal
	Verificación y limpieza de filtros	Semanal
	Inspección del estado y tensión de fajas	Semanal
MESA PADDY	Inspección del estado y tensión de fajas	Mensual
	Verificación del estado del motor	Mensual
ZARANDA	Revisión de templadores	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificación del estado y tensión de fajas	Mensual
SELECTORA POR COLOR	Limpieza de tarjetas electrónicas	Mensual
	Revisión estado de bandejas	Semanal

	Verificación de filtros de aire	Quincenal
	Revisión del estabilizador de voltaje	Quincenal
	Verificación de filtros separador de agua y aceite	Mensual
	Verificación del estado de las válvulas	Semanal
	Inspección de los eyectores	Mensual
PRE LIMPIA	Verificación del estado y tensión de fajas	Semanal
	Revisar cilindro de escape	Mensual
	Revisión y estado de condicionamiento de céntricos	Mensual
	Inspección del regulador y nanómetro de presión	Mensual
	Verificación del estado de rodajes de motor	Mensual
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificar y ajustar pernos de sujeción	Semanal
ELEVADOR	Revisión del estado de la faja porta cangilones	Semanal
	Revisión del estado de los cangilones	Semanal
	Verificación de estado de rodamientos de motor	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
DESPEDREGADOR	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Verificar regulador de succión de aire	Mensual
	Verificación de estado de mallas	Semanal
CILINDRO CALIBRADOR	Verificar sistema de transmisión	Semanal
	Inspección del estado y tensión de fajas	Semanal
	Verificación de faja plana	Mensual
SIN FÍN	Inspección del estado y tensión de fajas	Quincenal
	Limpieza interna de tornillo	Quincenal
	Verificación de colocación de tapas y pernos	Quincenal
	Verificación del estado helicoidal del sinfín	Quincenal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
EXCLUSA	Verificación de paletas de descarga	Quincenal
	Verificación del nivel de aceite del motor reductor	Semanal
	Verificar sistema de transmisión	Semanal
VENTILADOR	Inspección del estado y tensión de fajas	Quincenal
	Verificación del estado de rodamientos de ventilador	Quincenal

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 35

Tabla 35. Eficiencia Global de los Equipos - después

REGISTRO EFICIENCIA GLOBAL DE LAS EQUIPOS								
Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo disponible (TD)	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Paradas de máquinas (min)	278	285	260	320	240	285	300	298
Tiempo operativo (TO)	3322	3315	3340	3280	3360	3315	3300	3302
Producción programada (PP)	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200	235200
Producción real (PR)	176473	172194	196550	160755	184213	113042	145136	180268
Sacos rechazados	-	-	-	-	-	-	-	-
Producción buena (PB)	176473	172194	196550	160755	184213	113042	145136	180268
Disponibilidad (TO/TD)	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.92	0.92	0.92
Rendimiento (PR/PP)	0.75	0.73	0.84	0.68	0.78	0.48	0.62	0.77
Calidad (PB/PR)	1	1	1	1	1	1	1	1
OEE	0.69	0.67	0.78	0.62	0.73	0.44	0.57	0.70
PROMEDIO	0.65							

Fuente: Elaboración propia

Anexo A – N° 36

Tabla 36. Ficha de limpieza y lubricación descascaradora

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
.		
EQUIPO: Descascaradora		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de la cámara de succión. Limpieza de cajón alimentador. Limpieza de filtros.	Quincenal Semanal Mensual	15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 20 min (1 operario)
Lubricación Engrase de chumaceras y rodamientos.	Semanal	10 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 37

Tabla 37. Ficha de limpieza y lubricación Mesa Paddy

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
↓		
EQUIPO: Mesa Paddy		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de tolva alimentadora. Limpieza de canales. Limpieza de bandejas separadoras. Limpieza de filtros. Lubricación Engrase de chumaceras. Lubricación de excéntricas y rodamientos	Semanal Semanal Quincenal Semanal Mensual	15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 20 min (1 operario) 10 min (1 operario) 20 min (2 operarios)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 38

Tabla 38. Ficha de limpieza y lubricación despedregador

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
EQUIPO: Despedregador		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de mallas saca piedras. Limpieza de válvulas alimentadoras. Limpieza de ductos de polvo. Limpieza de alimentación de tolvas Lubricación Lubricación de cadenas.	Semanal Mensual Quincenal Semanal Semanal	15 min (1 operario) 20 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 10 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 39

Tabla 39. Ficha de limpieza y lubricación Pre Limpia

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
EQUIPO: Pre limpia		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de mallas. Limpieza de válvulas alimentadoras. Limpieza de ductos de polvo. Limpieza de alimentación de tolvas	Quincenal Mensual Quincenal Semanal	15 min (1 operario) 20 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario)
Lubricación Lubricación de cadenas.	Semanal	10 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 40

Tabla 40. Ficha de limpieza y lubricación Selectora por color

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
EQUIPO: Selectora por color		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de mallas. Limpieza de canaleta de descarte. Limpieza de tolva de alimentación.	Semanal Quincenal Mensual	20 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario)
Lubricación Engrase de rodamientos y excéntricas.	Semanal	10 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 41*Tabla 41. Ficha de limpieza y lubricación Elevadores*

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
EQUIPO: Elevadores		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de discos. Limpieza de pozo. Limpieza externa del elevador. Limpieza de botas. Limpieza de cabezal. Lubricación Lubricación de cadenas y catalina	Semanal Quincenal Mensual Semanal Semanal	20 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 15 min (1 operario) 25 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 42*Tabla 42. Ficha de limpieza y lubricación Clasificadora*

FICHA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN		
NOMBRE DE LA EMPRESA: Molino Agroindustrial San Francisco SAC		
EQUIPO: Clasificadora		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Limpieza Limpieza de caídas. Limpieza de caja de alimentación. Lubricación Engrase de bocinas.	Mensual Mensual Semanal	20 min (1 operario) 20 min (1 operario) 15 min (1 operario)

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 43

Tabla 43. Formulario de auditoria para mantenimiento autónomo

FORMULARIO DE AUDITORÍA PARA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO							
Responsable		Fecha de la Auditoría					
ITEM PARA AUDITORIA	Descripción de puntos principales de evaluación en la Auditoria	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Valor final apuntado
		1	2	3	4	5	
Limpieza de Equipo y área en general	¿Existe una zona designada para los equipos de suciedad, polvo, derrame de lubricante y/o productos de residuos de materiales tales como; cartón, plástico, etc.?						
	¿Existe fugas de lubricante, vibración (soporte y estructura) debido afijaciones sueltas o faltantes de (perno, tuercas, tornillos, etc.), ruidos excesivos o desgaste de pieza?						
Limpieza de los elemento auxiliares, Accesorios y Herramientas	¿Existen herramienta u otros elementos de trabajo en lugares que no correspondan?						
	¿Existe mejoramiento de las herramientas de trabajo? Como está organizado las herramientas y piezas de reposición						
Lubricación, elementos de control.	¿Están los estantes limpios y ordenados? ¿Los materiales de empaque y MP se reciben en buen estado (limpio y ordenado)?						
	¿Cómo está la situación en terminos de suciedad, derrame por cantidad usada, identificación de puntos críticos (recipientes, lubricadores, etc.)? ¿Existe lo necesario para efectuar una correcta lubricación?						
Medidas para la causa de deterioro y mejoramiento de las áreas.	¿Están todos los sistemas operativos identificados y visibles? ¿No existe daño visible en elementos de control y en cables eléctricos? Los extintores están visibles y en un lugar bien determinado.						
	¿Se está preparando alguna lista que muestre la fuente de contaminación de polvo, fugas de aceite y áreas de difíciles de mantener? ¿Existe algún futuro Plan para la limpieza?						
	¿Se han mejorado los utensilios de limpieza? ¿Se han designado apropiadamente las responsabilidades de limpieza de cada área en la empresa?						
Total del Puntaje Obtenido por Auditoria							
		1 pto (10 puntos)	2 pto (20 puntos)	3 pto (30 puntos)	4 pto (40 puntos)	5 pto (50 puntos)	
Nivel de Evaluación de las actividades	Equipo	Las cosas no están haciendo ejecutadas	Solo se ejecuta en lugares visibles	Están haciendo ejecutada en puntos especificos de la maquina	Están haciendo ejecutada en lugares que no son visibles	La limpieza está muy bien, permite ver puntos criticos.	
	Personas	Todos están desinteresados.	Ejecutada solamente por mantenimiento y supervisión	Los operadores están ejecutando las tareas solo en lugares más fáciles	Están haciendo ejecutado por los operados o mecánicos.	Participación Total, Todos cumplen sus responsabilidades.	

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 44

Tabla 44. Registro de capacitaciones

REGISTRO DE CAPACITACIONES			
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			
Tema de Reunión			
Nombre del Capacitador			
Apellidos y Nombres		DNI	Firma
Fecha		Responsable	

Fuente: elaboración propia

Anexo A – N° 45

Tabla 45. Tiempos realizados en la búsqueda del medidor de humedad.

Antes	1.38	1.5	1.34	1.39	1.54	1.16	2	2	1.58	1.56	1.22	1.26	1.33	1.48	1	2.1	1.19
Después	0.54	0.52	0.56	1	0.58	0.5	1	1.2	1.45	0.45	0.54	0.57	1	1.1	1	1.2	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo A – N° 46

Tabla 46. Tiempos realizados en la búsqueda de sacos

Antes	2.3	1.6	1.45	2.56	2	1.3	2.1	2	1.54	1.3	1.25	2.4	2.3	1.32	2	2.5	2.3
Después	1.2	0.5	1	1	1.2	0.58	1.2	1.3	1.3	1	0.58	0.56	1.24	1.1	1.3	2	1.38

Fuente: elaboración propia

B. Figuras

Anexo B – N° 1

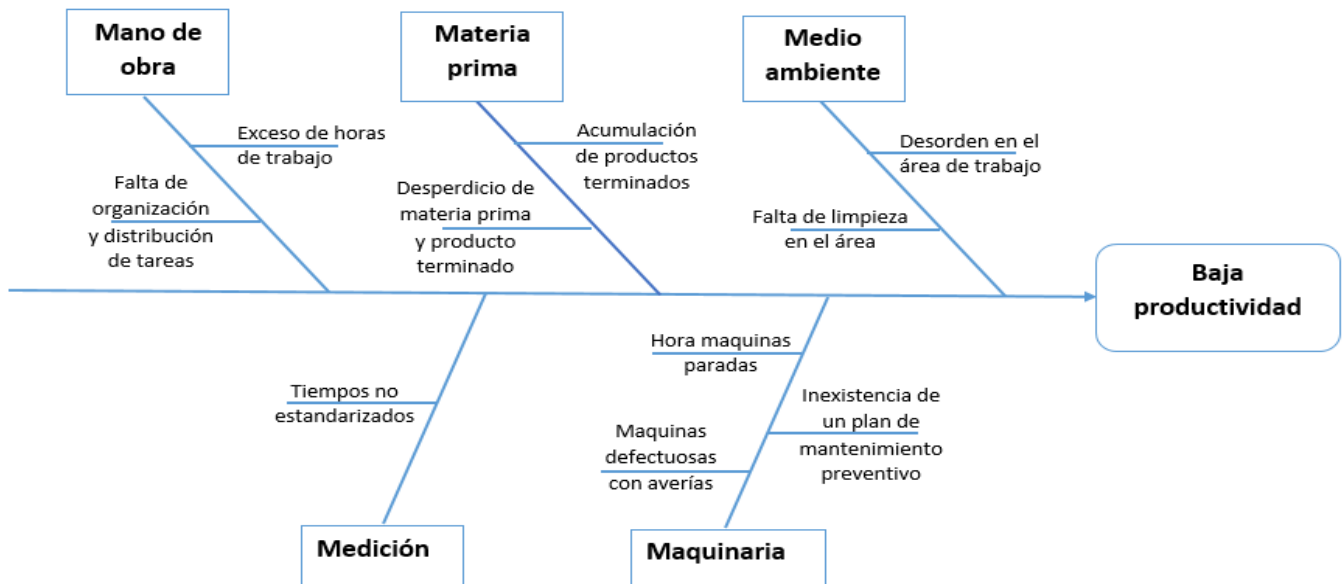


Figura 1. Diagrama Ishikawa

Anexo B – N° 2

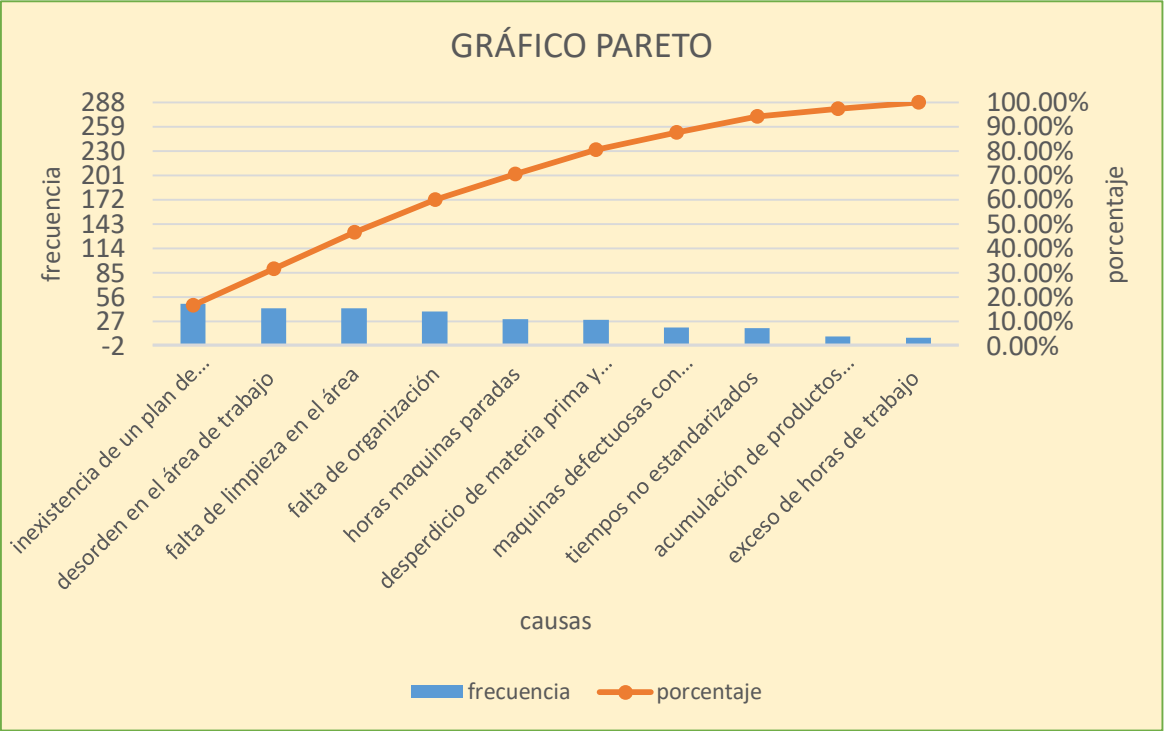


Figura 2. Gráfico Pareto

Anexo B – N° 3



Figura 3. DOP del proceso de pilado de arroz en el Molino San Francisco S.A.C

Anexo B – N° 4

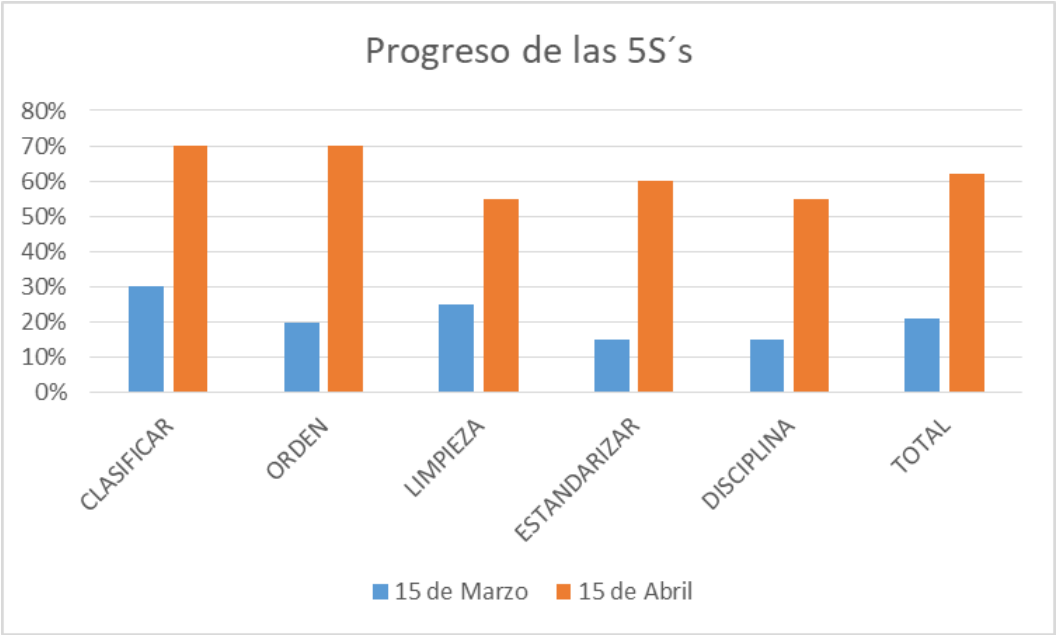


Figura 6. Mejora de las S, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C

Anexo B – N° 5

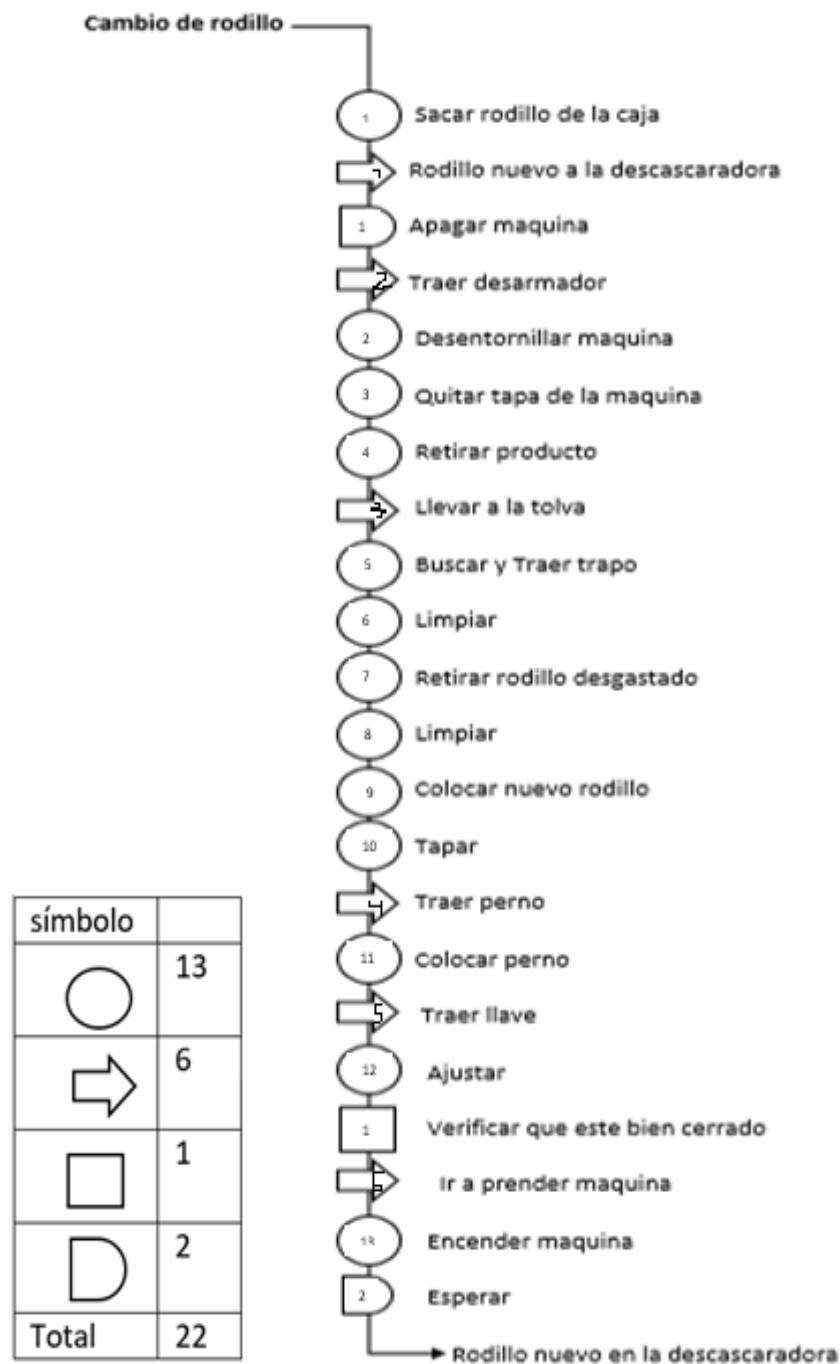


Figura 7. Diagrama de actividades (cambio de rodillos)

Anexo B – N° 6

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Figura 9. Factores de Frecuencia y Consecuencia

Fuente: ISO JA101

Anexo B – N° 7

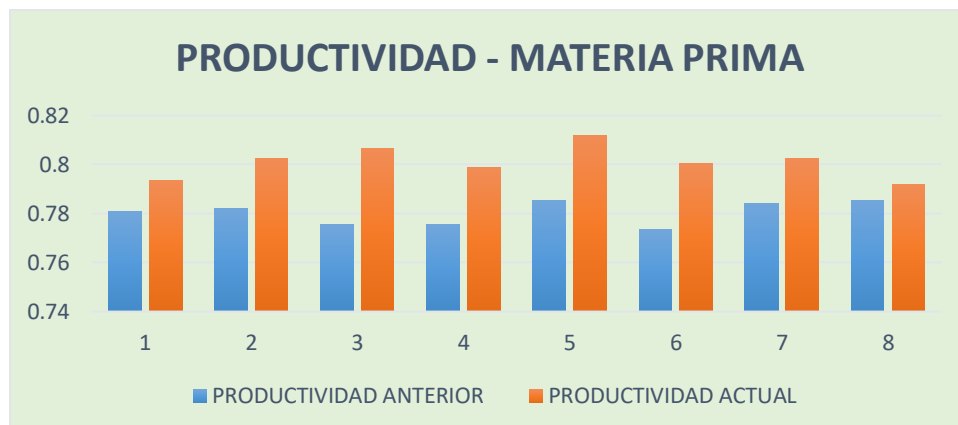


Figura 10. Comparación de productividad de materia prima antes y después.

Anexo B – N° 8

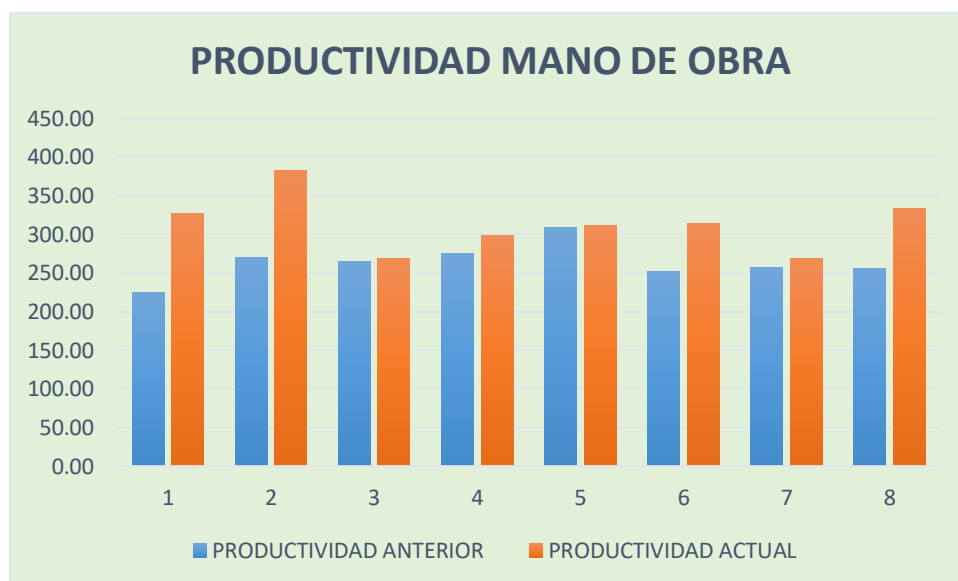


Figura 11. Productividad de mano de obra, después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, abril 2019

Anexo B – N° 9

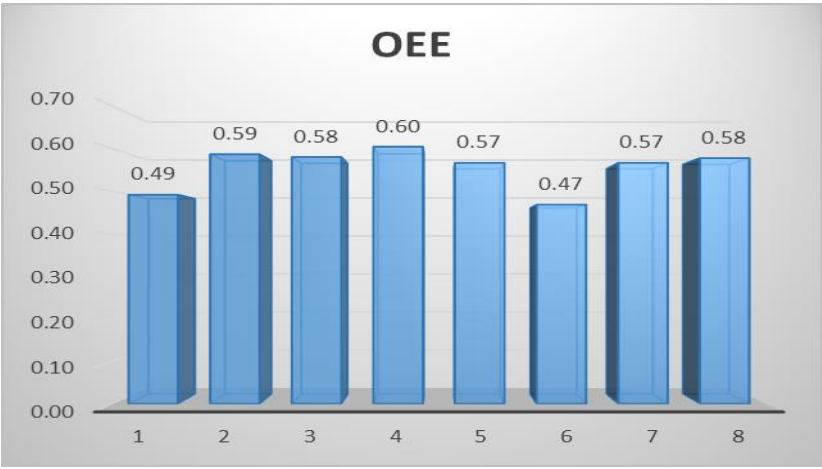


Figura 12. Eficiencia Global de los Equipos

Anexo B – N° 10

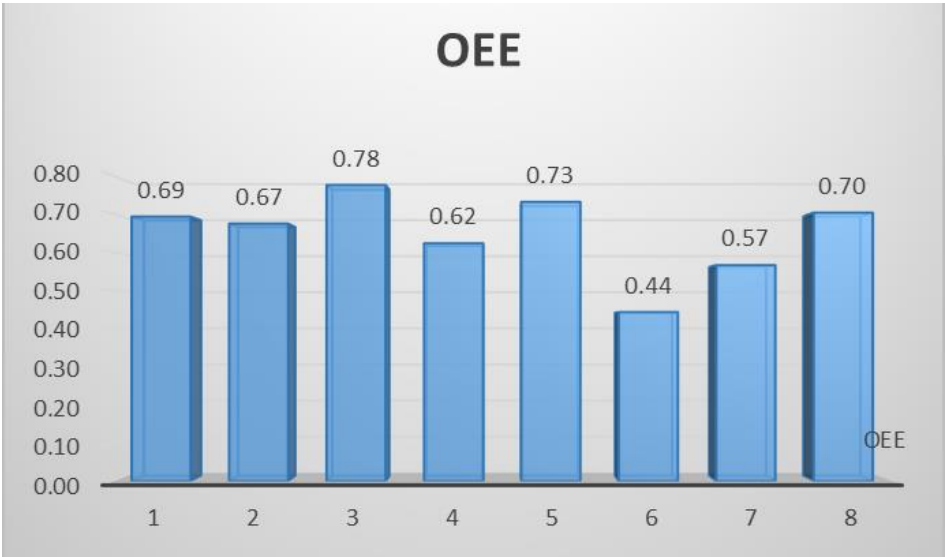


Figura 13. Eficiencia Global de los Equipos – después.

Anexo B – N° 11

HOJA DE VIDA			
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIV. ECONOMICA
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			Molinera de arroz

INFORMACIÓN DE MAQUINA

Nombre	Descascaradora		
Area	Producción	Marca	Chen San Fung

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad Máxima	120 Sacos/horas
Jornada Laboral	8 Horas
Tamaño	4.00 mt x 1.70 mt
Potencia	8.5kw - 10.5 kw
Voltaje	150-170 v

Hidráulica	Neumática	Otros
TIPO DE BOMBA : Z124M-5	PRESION DE TRABAJO: N/A	Compresor de aire / 10 hp

FUNCIÓN DE LA MAQUINA

Encargada de remover la cascara del arroz mediante la fricción de dos rodillos en su interior			
Tipo de maquina	Electro mecánica	Tipo de mantenimiento	Preventivo

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Inspección del regulador de velocidad del brazo móvil Inspección del regulador y nanómetro de presión Verificación de estado del motor Verificación de los cilindros neumáticos Verificación y limpieza de la caja del ventilador

Fuente: elaboración propia

Anexo B – N° 12

HOJA DE VIDA			
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIV. ECONOMICA
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			Molinera de arroz

INFORMACIÓN DE MAQUINAS

Nombre	Mesa Paddy		
Area	Producción	Marca	Daewon

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad Máxima	120 Sacos/horas
Jornada Laboral	8 Horas
Tamaño	1.85 mt x 3.05 mt
Potencia	8.5kw - 10.5 kw
Voltaje	150-170 v

Hidráulica	Neumática	Otros
TIPO DE BOMBA : Z124M-5	PRESION DE TRABAJO: N/A	Compresor de aire / 10 hp

FUNCIÓN DE LA MAQUINA

Encargada de separar el arroz integral de paddy y retomar el paddy separado en el proceso de descascarado.			
Tipo de maquina	Electro mecánica	Tipo de mantenimiento	Preventivo

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Limpieza de sensores capacitivos Inspección del estado y tensión de fajas Verificación de volantes Verificación sistema de transmisión (poleas, acoples, fajas, etc.) Verificación de pistas de nylon Verificación del estado del motor
--

Fuente: elaboración propia

Anexo B – N° 15

HOJA DE VIDA			
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIV. ECONOMICA
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			Molinera de arroz

INFORMACIÓN DE MAQUINAS

Nombre	Despedregador		
Area	Producción	Marca	Buhler

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad Máxima	120 Sacos/horas
Jornada Laboral	8 Horas
Tamaño	1.85 mt x 3.05 mt
Potencia	8.5kw - 9.5 kw
Voltaje	220-250 v

Hidráulica	Neumática	Otros
TIPO DE BOMBA : Z124M-5	PRESION DE TRABAJO: N/A	Compresor de aire / 12 hp

FUNCIÓN DE LA MAQUINA

Encargada de separar las impurezas del arroz paddy			
Tipo de maquina	Electro mecánica	Tipo de mantenimiento	Preventivo

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Verificación de estado de mallas
Estado de moto – vibrador
Revisar incrustaciones de impurezas en malla
Verificar regulador de succión de aire

Fuente: elaboración propia

Anexo B – N° 16

HOJA DE VIDA			
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIV. ECONOMICA
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			Molinera de arroz

INFORMACIÓN DE MAQUINAS

Nombre	Pre Limpia		
Area	Producción	Marca	Buhler

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad Máxima	120 Sacos/horas
Jornada Laboral	8 Horas
Tamaño	1.85 mt x 3.05 mt
Potencia	8.5kw - 9.5 kw
Voltaje	220-250 v

Hidráulica	Neumática	Otros
TIPO DE BOMBA : Z124M-5	PRESION DE TRABAJO: N/A	Compresor de aire / 12 hp

FUNCIÓN DE LA MAQUINA

Encargada de separar las impurezas del arroz paddy			
Tipo de maquina	Electro mecánica	Tipo de mantenimiento	Preventivo

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Verificación del estado y tensión de fajas
Revisar cilindro de escape
Revisión y estado de condicionamiento de céntricos
Verificación del estado de rodajes de motor
Verificar sistema de transmisión

Fuente: elaboración propia

Anexo B – N° 17

	HOJA DE VIDA		
RAZON SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIV. ECONOMICA
Molino Agroindustrial San Francisco SAC			Molinera de arroz

INFORMACIÓN DE MAQUINAS

Nombre	Selectora por color		
Area	Producción	Marca	Buhler

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capacidad Máxima	120 Sacos/horas
Jornada Laboral	8 Horas
Tamaño	1.85 mt x 3.05 mt
Potencia	8.5kw - 9.5 kw
Voltaje	220-250 v

Hidráulica	Neumática	Otros
TIPO DE BOMBA : Z124M-5	PRESIÓN DE TRABAJO: N/A	Compresor de aire / 12 hp

FUNCIÓN DE LA MAQUINA

Encargada de seleccionar el arroz.

Tipo de maquina	Electro mecánica	Tipo de mantenimiento	Preventivo
------------------------	------------------	------------------------------	------------

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Revisión del estabilizador de voltajes Verificación de Filtros Separador de agua y aceite Verificación del estado de las válvulas Verificar el estado de Eyectores Revisión de estado de bandejas Verificación de Filtros de aire
--

Fuente: elaboración propia

Anexo B – N° 18

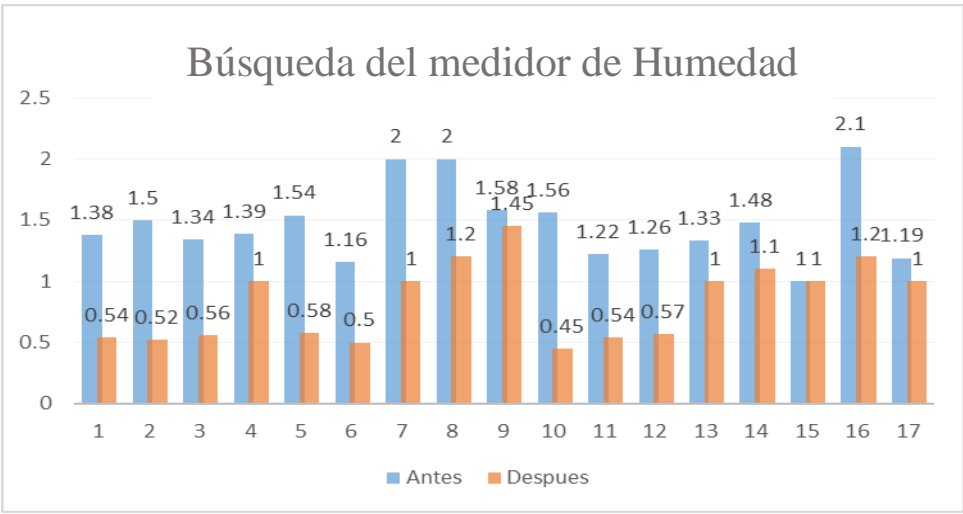


Figura 13. Búsqueda del medidor de humedad

Anexo B – N° 19

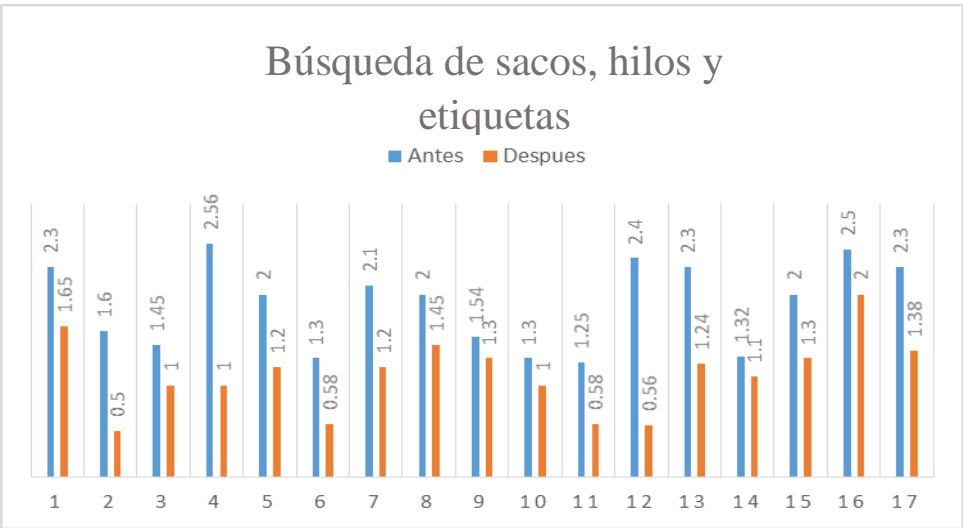


Figura 14. Búsqueda de sacos, hilos y etiquetas

C. Instrumentos

Anexo C – N° 1

REGISTRÓ PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

EMPRESA:
ENCARGADO DE LA RECOLECCIÓN:
DIMENSIONES:
FECHA DE INICIO DE RECOLECCIÓN :
FECHA FIN DE RECOLECCIÓN:

SEMANAS	FECHA	PRODUCCIÓN DIARIA	HORAS DIARIAS	PRODUCTIVIDAD UNIDADES/H.H
SEMANA 1				
SEMANA 2				
SEMANA 3				
SEMANA 4				

Fuente: elaboración propia

VALIDEZ DEL CONTENIDO
INDICADOR MANO DE OBRA

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: ULLOA BOCANEGRA, SEGUNDO GERARDO
NUMERO DE COLEGIATURA: 55433
PROFESIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: TELLO DE LA CRUZ, CIMER
NUMERO DE COLEGIATURA: 45510
PROFESIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: Miguel Ydilbrando Villacorta Gonzales
NUMERO DE COLEGIATURA: 34428
PROFESIÓN: Ing. Químico

Firma: 

Anexo C – N° 2

REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD DE MATERIA PRIMA


EMPRESA:
ENCARGADO DE LA RECOLECCIÓN:
DIMENSIONES:
FECHA DE INICIO DE RECOLECCIÓN :
FECHA FIN DE RECOLECCIÓN:

SEMANAS	FECHA	ARROZ CÁSCARA (kg.)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	% DE PRODUCTIVIDAD
SEMANA 1				
SEMANA 2				
SEMANA 3				
SEMANA 4				

Fuente: elaboración propia

VALIDEZ DEL CONTENIDO


DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: UZLOA BOCANEGRA, SEGUNDO GERARDO
NUMERO DE COLEGIATURA: 55433
PROFESIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: TELLO DE LA CRUZ, EIMER
NUMERO DE COLEGIATURA: 45310
PROFESIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: VILLACORTA GONZALES, MISAGI - Y
NUMERO DE COLEGIATURA: 34428
PROFESIÓN: INGENIERO QUIMICO

Firma: 

Anexo C – N° 3

Evaluación 5S

Responsable:		Fecha: 15/02/19	
CLASIFICAR			Califi.
¿Hay materiales innecesarios en el área de trabajo?			
¿Los objetos de trabajo estan en buen estado?			
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en el area de trabajo?			
¿Se cuenta con solo lo necesario para trabajar?			
¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?			
SubTotal			
ORDENAR			Califi.
¿Están en su ubicación definida los materiales del área?			
¿Se encuentran todas las cosas en su lugar?			
¿Están libres de obstáculos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas ?			
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?			
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y buen estado?			
SubTotal			
LIMPIEZA E INSPECCIÓN			Califi.
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?			
¿El área de trabajo se encuentra limpio como para transitar y trabajar correctamente?			
¿Los objetos de trabajo se encuentran limpios?			
¿Se realizan programas de limpieza?			
¿Están las máquinas limpios y libres de polvo?			
SubTotal			
ESTANDARIZAR			Califi.
¿Hay pautas de trabajo en el area de trabajo?			
¿Están identificados los materiales del área de trabajo?			
¿Se tiene un plan de mejora?			
¿Se aplica la gestión visual en el entorno del área?			
¿Se ha propuesto mejoras en el puesto de trabajo?			
SubTotal			
DISCIPLINA			Califi.
¿Se motivan nuevas prácticas de mejora?			
¿Existe control sobre el nivel de orden y limpieza?			
¿Se realiza la limpieza de forma sistemática?			
¿Todo el personal conoce el objetivo de las 5 S?			
¿Se mantiene limpia el area de trabajo?			
SubTotal			
Guía de calificación			
0 = Muy Malo			
1 = Mal			
2 = Regular			
3 = Bueno			
4 = Muy Bueno			

VALIDEZ DEL CONTENIDO

DIMENSION 5S


DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: ULLOA BOCANEGRA, SEGUNDO GERARDO
NUMERO DE COLEGIATURA: 55433
PROFESIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: TELLO DE LA CRUZ, ELMER
NUMERO DE COLEGIATURA: 45510
PROFESIÓN: Ingeniero Industrial

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: VILLACORTA GONZALES, MISACEL Y
NUMERO DE COLEGIATURA: 34428
PROFESIÓN: INGENIERO QUIMICO

Firma: 

Anexo C – N° 4

Registro OEE

RESPONSABLE															FECHA			
REGISTRO EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS																		
Indicadores																		
Tiempo disponible (TD)																		
Paradas de máquinas (min)																		
Tiempo operativo (TO)																		
Producción programada (PP)																		
Producción real (PR)																		
Sacos rechazados																		
Producción buena (PB)																		
Disponibilidad (TO/TD)																		
Rendimiento (PR/PP)																		
Calidad (PB/PR)																		
OEE																		
PROMEDIO																		

Fuente: elaboración propia

VALIDEZ DEL CONTENIDO
DIMENSION TPM


DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: <u>Ulloa Bocanegra, Segundo Gerardo</u>
NUMERO DE COLEGIATURA: <u>55433</u>
PROFESIÓN: <u>INGENIERO INDUSTRIAL</u>

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: <u>TEJO DE LA CRUZ, EIMER</u>
NUMERO DE COLEGIATURA: <u>45510</u>
PROFESIÓN: <u>INGENIERO INDUSTRIAL</u>

Firma: 

DATOS DEL EVALUADOR
APELLIDOS Y NOMBRES: <u>VILLACORTA GONZALES, MISAEL Y</u>
NUMERO DE COLEGIATURA: <u>34428</u>
PROFESIÓN: <u>INGENIERO QUIMICO</u>

Firma: 

ANEXOS FOTOGRAFIAS



Sacos vacíos de arroz desordenados



ordenando sacos



Ruma de sacos



ordenando el área



Área de proceso ordenado y limpio



Mural 5S



Escobas desordenadas



Orden de escobas



tiempo ocio por parte de los trabajadores



Sala ordenada y limpia



reciclaje de rodillos usados



Área llena de polvo



área limpia



Haciendo mantenimiento a la maquina calibradora y descascaradora

CARTA DE PRESENTACIÓN DE ARTÍCULO Y
PUBLICACIÓN EN REVISTA CIENTIFI-K

Trujillo,18..... de Julio 2019.

Sr. Dr. Santiago Benites Castillo

Director de la Revista de Investigación de Estudiantes de la Universidad César Vallejo
(Cientifi-k) ISSN 2307-4736

Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú.

El autor, abajo firmante, presenta el artículo titulado:

...APLICACIÓN...DE...LAS...HERRAMIENTAS...LEAN...MANUFACTURING
...PARA...INCREMENTAR...LA...PRODUCTIVIDAD...DEL...MOLINO...
...AGROINDUSTRIAL...SAN...FRANCISCO...S.A.C. 2019.....

para que sea evaluado por los árbitros y dictaminen su publicación en la Revista de Investigación de Estudiantes de la Universidad César Vallejo, Cientifi-k, con ISSN 2307-4736.

Declaro que el artículo es original e inédito y, por tanto, no ha sido sometido a revisión de ninguna otra revista (nacional o internacional) ni de ningún medio impreso y/o electrónico para su publicación. El autor(es) se hace(n) responsable(s) del contenido del artículo, eximiendo de toda responsabilidad a la revista Cientifi-k. En tal sentido, acepto transferir los derechos de publicación de modo exclusivo a la revista Cientifi-k, la misma que se responsabilizará en la publicación e inclusión en bases de datos nacionales e internacionales.

La revista Cientifi-k se compromete a mencionar al autor o autores y darle el crédito de la autoría del trabajo siempre que sea publicado. También se compromete a reflejar los contenidos que el autor desea expresar.

Atentamente



Autor(es): ...HILARIOS... NICOL... LEZAMA... HUETA

DNI: ...75078103.....

**CVV CARTA DE PRESENTACIÓN DE
ARTÍCULO Y PUBLICACIÓN EN REVISTA
CIENTIFI-K**

Trujillo,18..... de Julio 2019.

Sr. Dr. Santiago Benites Castillo

Director de la Revista de Investigación de Estudiantes de la Universidad César Vallejo
(Cientifi-k) ISSN 2307-4736

Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú.

El autor, abajo firmante, presenta el artículo titulado:

....Aplicación de las herramientas lean manufacturing para.....
....incrementar la productividad del molino agroindustrial.....
....San Francisco S.A.C., 2019".....

para que sea evaluado por los árbitros y dictaminen su publicación en la Revista de Investigación de Estudiantes de la Universidad César Vallejo, Cientifi-k, con ISSN 2307-4736.

Declaro que el artículo es original e inédito y, por tanto, no ha sido sometido a revisión de ninguna otra revista (nacional o internacional) ni de ningún medio impreso y/o electrónico para su publicación. El autor(es) se hace(n) responsable(s) del contenido del artículo, eximiendo de toda responsabilidad a la revista Cientifi-k. En tal sentido, acepto transferir los derechos de publicación de modo exclusivo a la revista Cientifi-k, la misma que se responsabilizará en la publicación e inclusión en bases de datos nacionales e internacionales.

La revista Cientifi-k se compromete a mencionar al autor o autores y darle el crédito de la autoría del trabajo siempre que sea publicado. También se compromete a reflejar los contenidos que el autor desea expresar.

Atentamente


Autor(es):Jarol Manuel Chegne Donato
DNI:75996872.....